

Method and device for signal decision, receiver and channel condition estimating method for a coding communication system

Patent Number: ☐ US5907586
Publication date: 1999-05-25
Inventor(s): KATSURAGAWA HIROSHI (JP); ONO SHIGERU (JP)
Applicant(s): OKI ELECTRIC IND CO LTD (JP)
Requested Patent: ☐ JP9074404
Application Number: US19960704475 19960827
Priority Number(s): JP19950226536 19950904
IPC Classification: H03D1/00; H04L23/02; H04B7/216; G06F11/10
EC Classification: H03M13/09, H03M13/41, H04L1/00B5L, H04L1/08, H04L1/00B5B
Equivalents: AU6440796, CN1151669, ☐ GB2305088, KR220660

Abstract

A method and a device for signal decision, a receiver and a channel condition estimating method for a coding communication system are disclosed. A plurality of add, compare and select (ACS) circuits each sequentially determines metrics at a particular trellis tracing rate assigned thereto. The metrics are sequentially added in order to select the most probable path. An M break-up circuit 30 compares the path metrics of the most probable paths and breaks up unlikely paths over a plurality of circuits. The path metrics of probable paths are sequentially written to respective metric memories and again fed to the ACS circuits for trellis tracings. This is repeated until the M break-up circuit 30 selects M paths out of paths fed from N ($N > M$) ACS circuits. The M paths are delivered to a decision circuit while survivor paths are written to respective path memories. The decision circuit selects one of the M path metrics having the smallest value, reads the path out of the path memory, traces it back, and then outputs decoded bits via an output terminal.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



1

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-74404

(43) 公開日 平成9年(1997)3月18日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 L 1/20

H 0 4 L 1/20

H 0 3 M 13/12

H 0 3 M 13/12

H 0 4 J 13/00

H 0 4 J 13/00

Z

H 0 4 L 27/00

H 0 4 L 27/00

A

審査請求 未請求 請求項の数38 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号

特願平7-226536

(22) 出願日

平成7年(1995)9月4日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 桂川 浩

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(72) 発明者 小野 茂

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

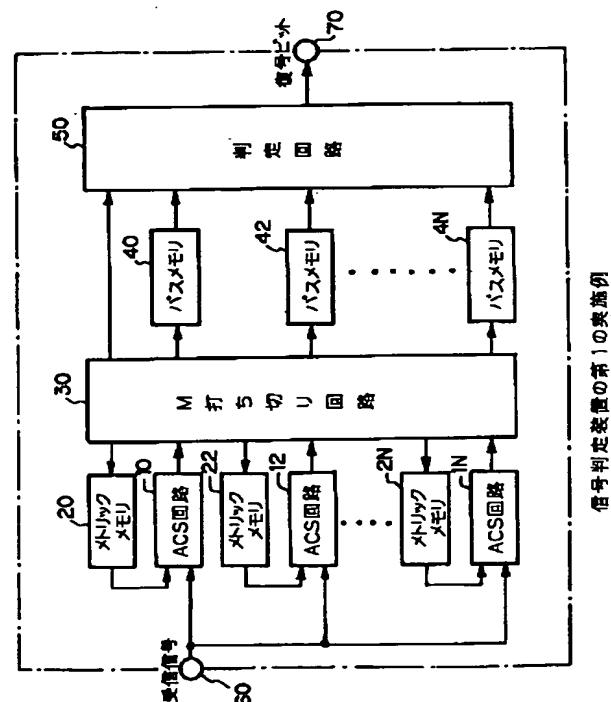
(74) 代理人 弁理士 香取 孝雄

(54) 【発明の名称】 符号化通信方式における信号判定装置および受信装置ならびに信号判定方法および通信路状態推定方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 送信機側の仕様を変更せず複数レートの信号を有効に判定して有効な復号ビットを得る。

【解決手段】 受信信号は、それぞれトレリス追跡のレート異なるACS 回路10, 12, …, 1N にて順次メトリック値が求められ、加算した結果のバスメトリックが比較され最も確からしいバスが選択される。さらにM打ち切り回路30にて比較され、見込みのないバスが打ち切られる。見込みのあるバスのバスメトリックは、メトリックメモリ20, 22, …, 2N に順次蓄積され、再びACS 回路10, 12, …, 1N に供給されてトレリス追跡が実行される。反復後M打ち切り回路30はN個のACS 回路からのバスのうちM個(M<N) のバスを選択して判定回路50へ供給し、生き残りバスはバスメトリック20, 42, …, 4N に格納される。判定回路50はM個のバスメトリックのうち最小のものを選択して、そのバスをバスメトリック20, 42, …, 4N から読み出しトレースバックして、復号する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 畳み込み符号を含む複数レートの符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判定する符号化通信方式における信号判定装置であって、該装置は、

前記畳み込み符号を含む複数レートに符号に於いたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レートの信号を復号する複数のビタビ復号手段と、

該ビタビ復号手段が共通に接続され、これらビタビ復号手段のトレリス追跡にて検出している複数のパスメトリックを順次受け、その中で見込みのないパスの追跡を順次打ち切って最も確からしい M 個のパスを少なくとも 2 以上のビタビ復号手段にまたがって検出する M 打ち切り手段と、

該 M 打ち切り手段にて検出した M 個のパスのパスメトリックに基づいて最終的な信号判定を行なって、いずれのビタビ復号手段にて復号された信号の符号レートが正当であるかを判定する判定手段とを含むことを特徴とする符号化通信方式における信号判定装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の信号判定装置において、前記ビタビ復号手段は、トレリス追跡におけるそれぞれのブランチメトリックを受信信号に基づいて順次求め、該メトリックを前回のブランチでのメトリックと順次加算して、その結果のパスメトリックを比較し、その値が小となるいずれかのパスを順次選択する加算比較選択手段と、該加算比較選択手段にて選択されたパスのパスメトリックをそれぞれのブランチ毎に順次更新して加算比較選択手段に供給するメトリック蓄積手段と、前記加算比較選択手段にて選択された生き残りパスを順次更新して蓄積するパス蓄積手段とを含む、

前記加算比較選択手段および前記メトリック蓄積手段は、前記 M 打ち切り手段の入力側に共通に接続され、前記パス蓄積手段は前記 M 打ち切り手段の出力側に共通に接続されて、

前記 M 打ち切り手段は、それぞれの加算比較選択手段から受けたパスメトリックを比較して、そのうち見込みのあるパスメトリックを対応のメトリック蓄積手段に順次蓄積させ、そのパス選択の繰返しにてパスを絞り込んで M 個のパスを検出し、該検出したパスを前記パス蓄積手段に蓄積させ、かつそれらのパスのパスメトリックを前記判定手段に供給することを特徴とする符号化通信方式における信号判定装置。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の信号判定装置において、前記 M 打ち切り手段は、複数のビタビ復号手段にまたがる M 打ち切りを行なった際に、生き残りパスがなくなったビタビ復号手段でのそれ以降のトレリス追跡を中止させて、生き残りパスを含むビタビ復号手段にのみその後のトレリス追跡を続行させることを特徴とする符号化通信方式における信号判定装置。

【請求項 4】 畳み込み符号を含む複数レートに符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判定する符号化通信方式における信号判定装置であって、該装置は、

前記畳み込み符号を含む複数レートに符号に於いたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レートの信号を復号する複数のビタビ復号手段であって、復号した信号とともにその復号結果の確からしさを表わす信頼度情報を出力するソフト出力ビタビ復号手段と、

該ソフト出力ビタビ復号手段からの信頼度情報を受けて、該信頼度情報に基づいていずれのビタビ復号手段による復号結果が正当であるかを判定する判定手段とを含むことを特徴とする符号化通信方式における信号判定装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の信号判定装置において、前記ビタビ復号手段は、トレリス追跡におけるそれぞれのブランチメトリックを受信信号に基づいて順次求め、該メトリックを前回のブランチでのメトリックと加算して、その結果のパスメトリックを比較して、その値が小となるいずれかのパスを選択し、かつ、その際の各ブランチでのパスメトリックの最大値および最小値の差を求めて順次出力する加算比較選択手段と、該加算比較選択手段からのそれぞれのブランチでのパスメトリックを順次更新して加算比較選択手段に供給するメトリック蓄積手段と、前記加算比較選択手段にて選択されたパスおよびその際のパスメトリックの差に基づいて求められるパスの確からしさを表わす信頼度情報を順次更新して蓄積するパス蓄積手段とを含む、

該パス蓄積手段は、更新するパスが前回と異なるパスを含む場合に、加算比較選択手段からの各ブランチでのメトリックの最大値および最小値の差に基づいてパスの確からしさを表わす信頼度情報を求め、これを更新するパス更新手段を含むことを特徴とする符号化通信方式における信号判定装置。

【請求項 6】 畳み込み符号を含む複数レートに符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判定する符号化通信方式における信号判定装置であって、該装置は、

前記畳み込み符号を含む複数レートに符号に於いたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レートの信号をそれぞれ復号する複数のビタビ復号手段と、

該ビタビ復号手段のそれぞれのトレリス追跡にて生き残ったパスの最終段のパスメトリックを受け、該メトリックに基づいて通信路状態を推定していずれのビタビ復号手段による復号結果が正当であるかを判定する判定手段とを含むことを特徴とする符号化通信方式における信号判定装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の信号判定装置におい

て、前記ビタビ復号手段は、トレリス追跡におけるそれぞれのブランチメトリックを受信信号に基づいて順次求め、該メトリックを前回のブランチでのメトリックと加算して、その結果のバスメトリックを比較して、その値が小となるいずれかのパスを選択する加算比較選択手段と、該加算比較選択手段からのそれぞれのブランチでのバスメトリックを順次蓄積して前回のバスメトリックを順次加算比較選択手段に供給するメトリック蓄積手段と、前記加算比較選択手段にて選択されたパスを順次更新して蓄積するパス蓄積手段と、該パス蓄積手段に蓄積された生き残りパスを検出して、その最終段のバスメトリックを前記メトリック蓄積手段から読み出す制御手段とを含むことを特徴とする符号化通信方式における信号判定装置。

【請求項 8】 畳み込み符号を含む複数レート of the 符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判定する符号化通信方式における信号判定装置であって、該装置は、

前記畳み込み符号を含む複数レート of the 符号に応じたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レート of the 信号をそれぞれ復号する複数のビタビ復号手段と、

該ビタビ復号手段による復号結果を再度畳み込み符号化する複数の再符号化手段と、

該再符号化手段にて再符号化された信号と受信信号とに基づいて信号を判定する複数の判定手段とを含む、

該判定手段は、前記再符号化手段によって得られた再符号化シンボル系列を定数倍した値と前記ビタビ復号手段の入力である受信シンボル系列の値のそれぞれ差の 2 乗の総和の最小値を演算して、その結果から通信路状態を判定して前記ビタビ復号手段からの信号のうちいずれの復号結果が正当であるかを判定することを特徴とする符号化通信方式における信号判定装置。

【請求項 9】 請求項 1 ないし請求項 8 のいずれかに記載の信号判定装置において、前記受信信号は、畳み込み符号レートが異なる複数の畳み込み符号器のうちのいずれかにて符号化された信号であり、

該装置は、それぞれの畳み込み符号器の畳み込み符号レートに対応するレートにて受信信号をそれぞれ復号する複数のビタビ復号手段を含み、該ビタビ復号手段のいずれの復号結果が正当であるかを判定して符号レートを識別することを特徴とする符号化通信方式における信号判定装置。

【請求項 10】 請求項 9 に記載の信号判定装置において、前記受信信号は所定の符号レートにて畳み込み符号化された音声信号と、該レートと異なる符号レートにて畳み込み符号化された制御信号とが送信スロットの同一箇所に選択的に配置されて送信された信号であり、

該装置は少なくとも、受信信号を音声信号の畳み込み符号レートに対応して復号する第 1 のビタビ復号手段と、

受信信号を制御信号の畳み込み符号レートに対応して復号する第 2 のビタビ復号手段とを含み、いずれの復号結果が正当であるかを判定して受信信号が音声信号および制御信号のいずれであるかを識別することを特徴とする符号化通信方式における信号判定装置。

【請求項 11】 請求項 1 ないし請求項 8 のいずれかに記載の信号判定装置において、前記受信信号は、可変レート of the 音声符号化方式にて符号化された複数のビットレート of the 信号がそれぞれ畳み込み符号化され、さらに一つのシンボルレートに繰り返し処理されて送信された信号であり、

該装置は、受信信号を加算処理にて複数レート of the シンボルに復元する複数のレート復元手段と、該復元手段にそれぞれ接続されて、復元されたシンボルレート of the それぞれに対応したトレリス追跡を行なって複数のビットレート of the 信号を復号する複数のビタビ復号手段とを含み、いずれの復号結果が正当であるかを判定して受信信号のビットレートを識別することを特徴とする符号化通信方式における信号判定装置。

【請求項 12】 畳み込み符号を含む複数レート of the 符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受け、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判定する符号化通信方式における信号判定方法であって、該方法は、

前記畳み込み符号を含む複数レート of the 符号に応じたトレリス追跡を行なって、受信信号からそれぞれの符号レート of the 信号を復号する第 1 の工程と、

該第 1 の工程 of the トレリス追跡にて検出している複数のバスメトリックを受けてその中から見込みのないパスを順次打ち切り、最も確からしい M 個 of the パスを少なくとも 2 以上のトレリス追跡にまたがって検出する第 2 の工程と、

該第 2 の工程にて検出した M 個 of the パスのメトリック状態に応じて最終的な信号判定を行なって、受信信号の符号レートを判定する第 3 の工程とを含むことを特徴とする符号化通信方式における信号判定方法。

【請求項 13】 請求項 12 に記載の信号判定方法において、前記第 1 の工程は、トレリス追跡におけるそれぞれのブランチメトリックを受信信号に基づいて順次求めるメトリック演算工程と、該メトリックを前回のブランチでのメトリックと順次加算する加算工程と、その結果 of the バスメトリックを比較する比較工程と、その値が小となるいずれかのパスを順次選択する選択工程と、該工程にて選択された生き残りパスを順次更新して蓄積する蓄積工程とを含み、

前記第 2 の工程は、複数の前記選択工程にて選択されたバスメトリックをさらに比較して、そのうち見込みのあるバスメトリックを次の加算工程に送り、そのパス選択 of the 繰り返しにてパスを絞り込んで M 個 of the パスを検出し、該検出したパスを前記蓄積工程にて蓄積させ、かつそれ

らのバスのバスメトリックを前記第 3 の工程に供給することを特徴とする符号化通信方式における信号判定方法。

【請求項 1 4】 請求項 12 または請求項 13 に記載の信号判定方法において、前記第 2 の工程は、複数のトレリス追跡にまたがる M 打ち切りを行なった際に、生き残りバスがなくなったトレリス追跡を中止させて、生き残りバスを含むトレリス追跡のみを続行させることを特徴とすることを特徴とする符号化通信方式における信号判定方法。

【請求項 1 5】 畳み込み符号を含む複数レート of 符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受け、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判定する符号化通信方式における信号判定方法であって、該方法は、

前記畳み込み符号を含む複数レート of 符号に応じたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レートの信号を復号する第 1 の工程であって、復号した信号とともにその復号結果の確からしさを表わす信頼度情報を求める第 1 の工程と、

該第 1 の工程からの信頼度情報を受けて、該信頼度情報に基づいていずれの復号結果が正当であるかを判定する第 2 の工程とを含むことを特徴とする符号化通信方式における信号判定方法。

【請求項 1 6】 請求項 15 に記載の信号判定方法において、前記第 1 の工程は、トレリス追跡におけるそれぞれのブランチメトリックを受信信号に基づいて順次求めるメトリック演算工程と、該メトリックを前回のブランチでのメトリックと加算する加算工程と、その結果のバスメトリックを比較する比較工程と、その値が小となるいずれかのバスを選択する選択工程と、その際の各ブランチでのバスメトリックの最大値および最小値の差を求める差分工程と、前記選択工程からのバスおよびそのバスの確からしさを表わす信頼度情報を順次更新して蓄積するバス蓄積工程とを含み、

該バス蓄積工程は、更新するバスが前回と異なるバスを含む場合に、前記差分工程からの各ブランチでのメトリックの最大値および最小値の差に基づいてバスの確からしさを表わす信頼度情報を求めて、これを更新するバス更新工程を含むことを特徴とする符号化通信方式における信号判定方法。

【請求項 1 7】 請求項 12 ないし請求項 16 のいずれかに記載の信号判定方法において、前記受信信号は、畳み込みレートが異なる複数の畳み込み符号器にて符号化された信号であり、

該方法は、それぞれの畳み込み符号器の畳み込みレートに対応するレートにてトレリス追跡を行なう第 1 の工程をそれぞれ並列に行なって、いずれの結果が正当であるかを判定して、符号レートを判定することを特徴とする符号化通信方式における信号判定方法。

【請求項 1 8】 請求項 17 に記載の信号判定方法において、前記受信信号は所定のレートにて畳み込み符号化された音声信号と、該レートと異なるレートにて畳み込み符号化された制御信号とが送信スロットの同一箇所に選択的に配置されて送信された信号であり、

該方法は、少なくとも受信した信号を音声信号の畳み込み符号レートにてトレリス追跡する工程と、受信信号を制御信号の畳み込み符号レートにてトレリス追跡する工程とを第 1 の工程に含み、いずれの工程の結果が正当であるかを判定して音声信号および制御信号とを識別することを特徴とする符号化通信方式における信号判定方法。

【請求項 1 9】 請求項 12 ないし請求項 16 のいずれかに記載の信号判定方法において、前記受信信号は、可変レートの音声符号化にて符号化された複数のビットレートの信号がそれぞれ畳み込み符号化され、さらに一つのレートに繰り返し処理されて送信された信号であり、

該方法は、受信信号を加算処理にて複数レートの符号化データに復元するレート復元工程を含み、

前記第 1 の工程は、復元されたビットレートのそれぞれに対応したトレリス追跡を並列に処理する複数の工程を含み、いずれの工程の結果が正当であるかを判定して受信信号のビットレートを識別することを特徴とする符号化通信方式における信号判定方法。

【請求項 2 0】 畳み込み符号を含む複数レート of 符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受け、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判定する際に通信路状態を推定して信号を判定する通信路状態推定方法であって、該方法は、

前記畳み込み符号を含む複数レート of 符号のそれぞれの符号レートに応じたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レートの信号をそれぞれ復号する第 1 の工程と、該第 1 の工程にてそれぞれのトレリス追跡にて生き残ったバスの最終段のバスメトリックを検出する第 2 の工程と、

該第 2 の工程にて検出したメトリック値を指標としてそれぞれの信号の誤り率を求めて通信路状態を推定する第 3 の工程とを含むことを特徴とする通信路状態推定方法。

【請求項 2 1】 畳み込み符号を含む複数レート of 符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受け、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判定する際に通信路状態を推定して信号を判定する通信路状態推定方法であって、該方法は、

前記畳み込み符号を含む複数レート of 符号のそれぞれの符号レートに応じたトレリス追跡を行なって、受信した信号から複数レートの信号をそれぞれ復号する第 1 の工程と、該第 1 の工程の結果にて得られたそれぞれの復号信号を再度畳み込み符号化する第 2 の工程と、

該第 2 の工程にて得られたそれぞれ再符号化信号と受信

信号に基づいて信号を判定する第3の工程とを含み、該第3の工程は、再符号化された信号のシンボル系列を定数倍した値と、受信信号のシンボル系列の値との差の2乗和の最小値を演算し、該演算結果に基づいてそれぞれの信号の誤り率を求めて通信路状態を推定することを特徴とする通信路状態推定方法。

【請求項22】 請求項20または請求項21に記載の通信路状態推定方法において、前記受信信号は、畳み込みレートが異なる複数の畳み込み符号器にて符号化された信号であり、

該方法は、それぞれの畳み込み符号器の畳み込みレートに対応するレートにてトレリス追跡を行なう第1の工程をそれぞれ並列に行なう、いずれの結果が正当であるかを通信路状態を推定して判定することを特徴とする通信路状態推定方法。

【請求項23】 請求項22に記載の通信路状態推定方法において、前記受信信号は所定のレートにて畳み込み符号化された音声データと、該レートと異なるレートにて畳み込み符号化された制御データとが受信スロットの同一箇所に選択的に配置されて送信された信号であり、該方法は、少なくとも受信した信号を音声信号の畳み込み符号レートにてトレリス追跡する工程と、受信信号を制御信号の畳み込み符号レートにてトレリス追跡する工程とを第1の工程に含み、いずれの工程の結果が正当であるかを通信路状態を推定して判定し、音声信号および制御信号とを識別することを特徴とする通信路状態推定方法。

【請求項24】 請求項20または請求項21に記載の通信路状態推定方法において、前記受信信号は、可変レートの音声符号化にて符号化された複数のビットレートの信号がそれぞれ畳み込み符号化され、さらに一つのレートに繰り返し処理されて送信された信号であり、該方法は、受信信号を加算処理にて複数のレートの符号化データに復元するレート復元工程を含み、

前記第1の工程は、復元されたビットレートのそれぞれに対応したトレリス追跡を並列に処理する複数の工程を含み、いずれの工程の結果が正当であるかを通信路状態を推定して判定し、受信信号のビットレートを識別することを特徴とする通信路状態推定方法。

【請求項25】 畳み込み符号を含む複数レートの信号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判別しつつ元の信号を再生する符号化通信方式における受信装置であって、該装置は、

前記畳み込み符号を含む複数レートの符号のそれぞれの符号レートに応じたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レートの信号をそれぞれ復号する複数のビタビ復号手段と、

該ビタビ復号手段が共通に接続されて、これらビタビ復号手段のトレリス追跡にて検出している複数のバスメ

トリックを受けて、それらのうちの見込みないバスを順次打ち切り最も確からしいM個のバスを少なくとも2以上のビタビ復号手段にまたがって検出するM打ち切り手段と、

該M打ち切り手段にて検出したM個のバスのメトリック状態に応じて最終的な信号判定を行なって、その判定結果に対応するバスをトレースバックして復号ビットを出力する信号判定手段とを含むことを特徴とする符号化通信方式における受信装置。

10 【請求項26】 請求項25に記載の受信装置において、前記ビタビ復号手段は、トレリス追跡におけるそれぞれのブランチメトリックを受信信号に基づいて順次求め、該メトリックを前回のブランチでのメトリックと加算して、その結果のバスメトリックを比較していずれかのメトリックを選択する加算比較選択手段と、該加算比較選択手段からのそれぞれのブランチでのバスメトリックを順次更新して加算比較選択手段に供給するメトリック蓄積手段と、前記加算比較選択手段にて選択されたバスを順次蓄積するバス蓄積手段とを含み、

20 前記加算比較選択手段および前記メトリック蓄積手段は、前記M打ち切り手段の入力側に共通に接続され、前記バス蓄積手段は前記M打ち切り手段の出力側に共通に接続されて、

前記M打ち切り手段は、それぞれの加算比較選択手段から受けたバスメトリックを比較して、そのうち見込みのあるバスメトリックを対応のメトリック蓄積手段に順次蓄積させ、そのバス選択の繰返しにてバスを絞り込んでM個のバスを検出し、該検出したバスを前記バス蓄積手段に蓄積させ、かつそれらのバスのバスメトリックを前記判定手段に供給し、

30 前記判定手段は、前記M打ち切り手段を介して受けた生き残りバスのバスメトリックに基づいて信号を判定し、その結果の信号を対応の前記バス蓄積手段から読み出してトレースバックした結果の復号ビットを出力することを特徴とする符号化通信方式における受信装置。

【請求項27】 請求項25または請求項26に記載の受信装置において、前記M打ち切り手段は、複数のビタビ復号手段にまたがるM打ち切りを行なった際に、生き残りバスがなくなったビタビ復号手段でのそれ以降のトレリス追跡を中止させて、生き残りバスを含むビタビ復号手段にのみその後のトレリス追跡を続行させることを特徴とする符号化通信方式における受信装置。

【請求項28】 畳み込み符号を含む複数レートの信号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判別しつつ元の信号を再生する符号化通信方式における受信装置であって、該装置は、

前記畳み込み符号を含む複数レートの符号に応じたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レートの信号を復号する複数のビタビ復号手段であって、復号した信号

とともにその復号結果の確からしさを表わす信頼度情報を出力するソフト出力ビタビ復号手段と、
該ソフト出力ビタビ復号手段からの信頼度情報を受けて、該信頼度情報に基づいていずれのビタビ復号手段による復号結果が正当であるかを判定する判定手段と、
該判定手段の判定結果に基づいて、前記ビタビ復号手段にて復号された信号のいずれかを選択する選択手段とを含むことを特徴とする符号化通信方式における受信装置。

【請求項 2 9】 請求項 28 に記載の受信装置において、
前記ビタビ復号手段は、トレリス追跡におけるそれぞれのブランチメトリックを受信信号に基づいて順次求め、
該メトリックを前回のブランチでのメトリックと加算して、その結果のバスメトリックを比較して、その値が小となるいずれかのパスを選択し、かつ、その際の各ブランチでのバスメトリックの最大値および最小値の差を求めて順次出力する加算比較選択手段と、該加算比較選択手段からのそれぞれのブランチでのバスメトリックを順次更新して加算比較選択手段に供給するメトリック蓄積手段と、前記加算比較選択手段にて選択されたパスおよびその際のバスメトリックの差に基づいて求められるパスの確からしさを表わす信頼度情報を順次更新して蓄積するパス蓄積手段とを含み、
該パス蓄積手段は、更新するパスが前回と異なるパスを含む場合に、加算比較選択手段からの各ブランチでのメトリックの最大値および最小値の差に基づいてパスの確からしさを表わす信頼度情報を求め、これを更新するパス更新手段を含むことを特徴とする符号化通信方式における受信装置。

【請求項 3 0】 畳み込み符号を含む複数レートの符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判別しつつ元の信号を再生する符号化通信方式における受信装置であって、該装置は、
前記畳み込み符号を含む複数レートの符号に応じたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レートの信号をそれぞれ復号する複数のビタビ復号手段と、
該ビタビ復号手段のそれぞれのトレリス追跡にて生き残ったパスの最終段のバスメトリックを受け、該メトリックに基づいて通信路状態を推定していずれのビタビ復号手段による復号結果が正当であるかを判定する判定手段と、
該判定手段の判定結果に基づいて、前記ビタビ復号手段にて復号された信号のいずれかを選択する選択手段とを含むことを特徴とする符号化通信方式における受信装置。

【請求項 3 1】 請求項 30 に記載の受信装置において、
前記ビタビ復号手段は、トレリス追跡におけるそれぞれのブランチメトリックを受信信号に基づいて順次求め、
該メトリックを前回のブランチでのメトリックと加算し

て、その結果のバスメトリックを比較して、その値が小となるパスを選択する加算比較選択手段と、該加算比較選択手段からのそれぞれのブランチでのメトリックを順次更新して加算比較選択手段に供給するメトリック蓄積手段と、前記加算比較選択手段にて選択されたパスを順次蓄積するパス蓄積手段と、該パス蓄積手段に蓄積された生き残りパスをトレースバックして復号ビットを出力し、その際の最終段のバスメトリックを前記メトリック蓄積手段から読み出して出力する制御手段を含むことを特徴とする符号化通信方式における受信装置。

【請求項 3 2】 畳み込み符号を含む複数レートの符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判別しつつ元の信号を再生する符号化通信方式における受信装置であって、該装置は、
前記畳み込み符号を含む複数レートのそれぞれの符号レートに応じたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レートの信号をそれぞれ復号する複数のビタビ復号手段と、
該ビタビ復号手段による復号結果を再度畳み込み符号化する複数の再符号化手段と、
該再符号化手段にて再符号化された信号と受信信号に基づいて信号を判定する複数の判定手段と、
該判定手段の判定結果に基づいて前記複数のビタビ復号手段のいずれかからの復号結果を選択する選択手段とを含み、
前記判定手段は、前記再符号化手段によって得られた再符号化シンボル系列を定数倍した値と前記ビタビ復号手段の入力である受信シンボル系列の値のそれぞれ差の 2 乗の総和の最小値を演算して、その結果から通信路状態を判定して前記ビタビ復号手段からの信号のうちいずれの復号結果が正当であるかを判定することを特徴とする符号化通信方式における受信装置。

【請求項 3 3】 請求項 25 ないし請求項 32 のいずれかに記載の受信装置において、前記受信信号は、畳み込み符号化レートが異なる複数の畳み込み符号器にて符号化された信号であり、
該装置は、それぞれの畳み込み符号器の畳み込み符号レートに対応するレートにて受信信号をそれぞれ復号する複数のビタビ復号手段を含み、該ビタビ復号手段のいずれの復号結果が正当であるかを判定して、その結果の復号信号を再生することを特徴とする符号化通信方式における受信装置。

【請求項 3 4】 請求項 33 に記載の受信装置において、
前記受信信号は、所定のレートにて畳み込み符号化された音声信号と、該レートと異なるレートにて畳み込み符号化された制御信号とが送信スロットの同一箇所に選択的に配置されて送信された信号であり、
該装置は少なくとも、受信信号を音声信号の畳み込み符号レートに対応して復号する第 1 のビタビ復号手段と、

受信信号を制御信号の畳み込み符号レートに対応して復号する第2のビタビ復号手段とを含み、いずれの復号結果が正当であるかを判定して音声信号および制御信号のいずれであるかを識別し、音声信号である場合に、その復号ビットを音声デコーダに出力し、制御信号である場合に制御部に選択的に出力することを特徴とする符号化通信方式における受信装置。

【請求項35】 請求項33または請求項34に記載の受信装置において、前記受信信号は、畳み込み符号化された信号が所定の時分割変調方式にて変調されて送信された信号であり、

該装置は、時分割変調信号を復調する復調手段を含むことを特徴とする符号化通信方式における受信装置。

【請求項36】 請求項25ないし請求項32のいずれかに記載の受信装置において、前記受信信号は、可変レートの音声符号化にて符号化された複数のビットレートの信号がそれぞれ畳み込み符号化され、さらに一つのレートに繰り返し処理されて送信された信号であり、

該装置は、受信信号を加算処理にて複数レートのシンボルに復元する複数のレート復元手段と、該復元手段にそれぞれ接続されて、復元されたシンボルレートのそれぞれに対応したトレリス追跡を行なって複数のビットレートの信号を復号する複数のビタビ復号手段と、復号されたビットレートに対応して音声復号する音声デコーダとを含み、

該音声デコーダは、前記複数のビタビ復号手段にて復号されてその正常性を判定されたビットレートにて復号データを音声復号することを特徴とする符号化通信方式における受信装置。

【請求項37】 請求項36に記載の受信装置において、前記受信信号は、畳み込み符号化された信号が所定の符号分割方式にて変調されて送信された信号であり、

該装置は、符号分割変調信号を復調する復調手段を含むことを特徴とする符号化通信方式における受信装置。

【請求項38】 請求項27ないし請求項37のいずれかに記載の受信装置において、前記受信信号は、巡回符号が付加された信号であり、

該装置は、復号した信号をさらに巡回符号にて誤り訂正するチェック手段を含むことを特徴とする符号化通信方式における受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、符号化通信方式における信号判定装置および受信装置ならびに信号判定方法および通信路状態推定方法に係り、特に、たとえば、デジタル方式の携帯電話または自動車電話などの移動体通信に用いて好適な符号化通信方式における信号判定装置および受信装置ならびに信号判定方法および通信路状態推定方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、移動体通信の普及にともなって、周波数の利用効率が高いデジタル方式の携帯電話または自動車電話が各国にて標準化されている。たとえば、米国では、まず、北米時分割多重デジタルセルラ方式(IS-54)などのTDMA(time division multiple access)方式の携帯電話システムが規格化され、また、後に北米符号分割多重デジタルセルラ方式(IS-95)などのCDMA(code division multiple access)方式の携帯電話システムが規格化されている。

【0003】北米時分割多重デジタルセルラ方式は、音声帯域の信号が VSELP(vector sum excited linear prediction)と呼ばれる音声符号化方式にて符号化されて、これが畳み込み符号およびCRC(cyclic redundancy check)符号ならびにスロット間インタリーブなどにて誤り訂正符号化されて、さらに同期信号および制御信号が付加されてTDMAスロットのフォーマットに組み立てられる。特に、音声信号と制御信号のうちセル間の切り替えなどに用いられるFACCH(fast associated control channel:高速付随制御信号)は、異なる符号レートの畳み込み符号器にて、たとえば音声データが1/2 レートの畳み込み符号に、FACCH が1/4 レートの畳み込み符号にて符号化されて同じスロットのデータ領域にいずれかが選択的に配置される。スロットに組み立てられた送信データは、変調部にて $\pi/4$ シフトDQPSK(differentially encoded quadrature phase shift keying)などにて所定の送信シンボルに組み立てられて、さらに直交変調などの変調方式にて変調されて所定の周波数の搬送波に重畳されて送信される。

【0004】移動局から送信された信号は、基地局にてさらに他の移動局からのスロットとフルレートにて最大3チャネル分多重化されたフレーム信号として各局に送信される。

【0005】受信側の移動局は、受信した信号から搬送波を取り除き、自局宛のチャネルを直交検波などにて復調して、ベースバンドの受信シンボルとして検出する。検出された受信シンボルは、等化器などにてフェージングなどによる雑音が除去されて、差動論理復号などにより元のスロット信号が復元される。復元されたスロットは、音声データと制御信号の識別が行なわれてそれぞれの信号に分解され、それぞれ制御部および音声復号部へ出力される。これにより、音声データの再生および位置制御などが行なわれる。

【0006】一方、北米符号分割多重デジタルセルラ方式は、音声帯域の信号がたとえばQCELP(Qualcomm codebook excited linear prediction)と呼ばれる可変レートの音声符号化により音声データが符号化される。この音声符号化方式は、音声が発せられている時間割合に応じて伝送速度を変化させて出力する。たとえば、20msの長さのフレームフォーマットにて、音声データはそれぞれ16ビット(0.8kbps)、40ビット(2.0kbps)、80ビット(4.0

kbps) および172 ビット(8.6kbps) の符号レートにて符号化される。符号化された音声データは、8.6kbps および4.0kbps の速度の場合のみCRC 符号が付加され、それぞれ9.2kbps および4.4kbps の符号になる。さらに、これらに復号の際に同一条件に収束するようにテイルビットが付加されて、それぞれ9.6kbps, 4.8kbps, 2.4kbps, 1.2kbps の符号となる。テイルビットが付加された信号は、畳み込み符号化されてそれぞれの送信シンボルに組み立てられ、さらに符号レートに応じてシンボルの繰り返し処理が施されて、たとえば19.2kspsの統一されたシンボルレートに組み立てられる。これらの信号は、さらにインタリーブが施されて、それぞれのフレームが形成される。それぞれのフレームは、ロングPN符号などの疑似雑音にて拡散符号化されて、さらにウォルシュ関数などにて直交変換される。直交変換された信号は、さらに2相に分割されてOQPSK(offset quadrature phase shift keying) 変調にてショートPN符号などのパイロット疑似乱数系列と直交変調されてスペクトラム拡散される。直交変調された信号は、さらにそれぞれ搬送波に重畳されて送信される。

【0007】移動局から送信された信号は、基地局にて他の移動局からの信号と同じ帯域にて最大55の通話チャネルにて多重化されて各局に送信される。

【0008】受信側の移動局では、基地局からのOQPSK信号を復調してベースバンド信号を得る。復調されたベースバンド信号は、たとえばフィンガ回路と呼ばれるレイク受信回路にてパイロット疑似乱数系列との同期、周波数同期および逆拡散などにより元のシンボルに復元される。復元されたシンボルはデインタリーブされ、ビタビ復号にて復号される。この場合、複数レートの信号は、再符号化されてビタビ復号する前の受信信号と比較されて、それらの信号判定が行なわれる。この結果、一致した信号がその信号のレートであると判定されて、その信号は誤り訂正が行なわれて、音声復号回路にて元の音声データに再生される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来の技術では、たとえば、北米時分割多重デジタルセルラ方式においては、音声データと制御信号であるFACCH信号を送信する際に2つの信号のいずれであるかを識別するための情報が付加されないため、受信側にて受信した信号が音声データの信号であるかFACCHを含む信号であるかを識別する必要があった。また、北米符号分割多重デジタルセルラ方式では、その送話者の話す速度によって符号化速度を変える可変レート方式の音声符号器が採用されて、この場合もいずれの音声レートで符号化したかを識別するための情報が送信されないため、受信側では、受信した信号がいずれのレートの信号であるかを識別しなければならなかった。

【0010】これらの場合、受信側では、最初にすべて

の可能な信号に関して、その通信路の符号器に対応する通信路復号(誤り訂正)を行なう。各復号器では、それぞれ復号結果の信頼度の計算、すなわち通信路の回線状態の推定を行なう。受信側に用意されている複数の復号器について、送信側で用いられた符号器と対応しない受信側の復号器では正しく復号が行なわれない。このとき、各復号器の通信路状態の推定器による回線状態を示す指標は、符号器と対応する復号器と、対応しない復号器では異なる分布を示すはずである。受信機は、この結果を利用して送信側で符号化した信号を推定していた。

【0011】このため、受信機では上記のような識別操作を行なう信号判定が重要となり、その信号判定の誤りは通信方式全体の性能に非常に大きな影響を与えるものであった。したがって、精密な信号判定のために、その判断材料である通信路状態を推定する技術が重要となる。たとえば、CRC符号のような誤り訂正符号の利用や送信機および受信機で共通の既知の符号系列の利用は、本来通信したい情報に対するオーバーヘッドとなる。たとえば、北米符号分割多重デジタルセルラ方式では、8.6k, 4.0kbpsの符号については、それぞれ172 ビット、80 ビットの情報源符号に対して、12ビット、8ビットのCRCによる誤り検出符号が付加されているので、これらの2つの誤り検出ビットは通信路状態の推定に利用できる。しかし、2.0k, 0.8kbpsの符号レートの符号には誤り検出のための符号は含まれない。また、これらを利用した通信路状態の推定は、符号器の仕様を含むため、既に仕様が確定した通信方式については、新たに追加することができないという問題があった。

【0012】本発明は上記課題を解決して、送信側の構成を変更することなく、複数レートの符号化信号を高精度に判定して再生することができる符号化通信方式における信号判定装置および受信装置を提供することを目的とする。

【0013】また、CRC符号などの誤り検出符号を通信路状態を推定するための指標として新たに追加することなく、より精度の高い指標を用いて信号判定の誤り頻度を下げることができる信号判定方法および通信路状態推定方法を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明による符号化通信方式における信号判定装置は上記課題を解決するために、畳み込み符号を含む複数レートの符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判定する符号化通信方式における信号判定装置であって、畳み込み符号を含む複数レートの符号に応じたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レートの信号を復号する複数のビタビ復号手段と、ビタビ復号手段が共通に接続され、これらビタビ復号手段のトレリス追跡にて検出している複数個のバスメトリックを順次受け、その中で見込みの

ないバスの追跡を順次打ち切って最も確からしいM個のバスを少なくとも2以上のビタビ復号手段にまたがって検出するM打ち切り手段と、M打ち切り手段にて検出したM個のバスのバスメトリックに基づいて最終的な信号判定を行なって、いずれのビタビ復号手段にて復号された信号の符号レートが正当であるかを判定する判定手段とを含むことを特徴とする。

【0015】この場合、ビタビ復号手段は、トレリス追跡におけるそれぞれのブランチメトリックを受信信号に基づいて順次求め、そのメトリックを前回のブランチでのメトリックと順次加算して、その結果のバスメトリックを比較し、その値が小となるいずれかのバスを順次選択する加算比較選択手段と、加算比較選択手段にて選択されたバスのバスメトリックをそれぞれのブランチ毎に順次更新して加算比較選択手段に供給するメトリック蓄積手段と、加算比較選択手段にて選択された生き残りバスを順次更新して蓄積するバス蓄積手段とを含み、加算比較選択手段およびメトリック蓄積手段は、M打ち切り手段の入力側に共通に接続され、バス蓄積手段は前記M打ち切り手段の出力側に共通に接続されて、M打ち切り手段は、それぞれの加算比較選択手段から受けたバスメトリックを比較して、そのうち見込みのあるバスメトリックを対応のメトリック蓄積手段に順次蓄積させ、そのバス選択の繰り返しにてバスを絞り込んでM個のバスを検出し、検出したバスをバス蓄積手段に蓄積させ、かつそれらのバスのバスメトリックを判定手段に供給するとよい。

【0016】また、M打ち切り手段は、複数のビタビ復号手段にまたがるM打ち切りを行なった際に、生き残りバスがなくなったビタビ復号手段でのそれ以降のトレリス追跡を中止させて、生き残りバスを含むビタビ復号手段にのみその後のトレリス追跡を続行させると有利である。

【0017】また、本発明による信号判定装置は、畳み込み符号を含む複数レートの符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判定する符号化通信方式における信号判定装置であって、復号した信号とともにその復号結果の確からしさを表わす信頼度情報を出力する複数のソフト出力ビタビ復号手段と、ソフト出力ビタビ復号手段からの信頼度情報を受けて、それら信頼度情報に基づいていずれのビタビ復号手段による復号結果が正当であるかを判定する判定手段とを含むことを特徴とする。

【0018】この場合、ビタビ復号手段は、トレリス追跡におけるそれぞれのブランチメトリックを受信信号に基づいて順次求め、そのメトリックを前回のブランチでのメトリックと加算して、その結果のバスメトリックを比較して、その値が小となるいずれかのバスを選択し、かつ、その際の各ブランチでのバスメトリックの最大値

および最小値の差を求めて順次出力する加算比較選択手段と、加算比較選択手段からのそれぞれのブランチでのバスメトリックを順次更新して加算比較選択手段に供給するメトリック蓄積手段と、加算比較選択手段にて選択されたバスおよびその際のバスメトリックの差に基づいて求められるバスの確からしさを表わす信頼度情報を順次更新して蓄積するバス蓄積手段とを含み、バス蓄積手段は、更新するバスが前回と異なるバスを含む場合に、加算比較選択手段からの各ブランチでのメトリックの最大値および最小値の差に基づいてバスの確からしさを表わす信頼度情報を求め、これを更新するバス更新手段を含むとよい。

【0019】さらに、本発明による信号判定装置は、畳み込み符号を含む複数レートの符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判定する符号化通信方式における信号判定装置であって、畳み込み符号を含む複数レートの符号に応じたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レートの信号をそれぞれ復号する複数のビタビ復号手段と、ビタビ復号手段のそれぞれのトレリス追跡にて生き残ったバスの最終段のバスメトリックを受け、それらメトリックに基づいて通信路状態を推定していずれのビタビ復号手段による復号結果が正当であるかを判定する判定手段とを含むことを特徴とする。

【0020】この場合、ビタビ復号手段は、トレリス追跡におけるそれぞれのブランチメトリックを受信信号に基づいて順次求め、そのメトリックを前回のブランチでのメトリックと加算して、その結果のバスメトリックを比較して、その値が小となるいずれかのバスを選択する加算比較選択手段と、加算比較選択手段からのそれぞれのブランチでのバスメトリックを順次蓄積して前回のバスメトリックを順次加算比較選択手段に供給するメトリック蓄積手段と、加算比較選択手段にて選択されたバスを順次更新して蓄積するバス蓄積手段と、バス蓄積手段に蓄積された生き残りバスを検出して、その最終段のバスメトリックをメトリック蓄積手段から読み出す制御手段とを含むとよい。

【0021】また、本発明による信号判定装置は、畳み込み符号を含む複数レートの符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判定する符号化通信方式における信号判定装置であって、畳み込み符号を含む複数レートの符号に応じたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レートの信号をそれぞれ復号する複数のビタビ復号手段と、ビタビ復号手段による復号結果を再度畳み込み符号化する複数の再符号化手段と、再符号化手段にて再符号化された信号と受信信号とに基づいて信号を判定する複数の判定手段とを含み、判定手段は、再符号化手段によって得られた再符号化シンボル系列を定数倍した値とビタビ復号手段の入力である受信シンボル

系列の値のそれぞれ差の 2 乗の総和の最小値を演算して、その結果から通信路状態を判定してビタビ復号手段からの信号のうちいずれの復号結果が正当であるかを判定することを特徴とする。

【0022】これらの場合、受信信号は、畳み込み符号レートが異なる複数の畳み込み符号器のうちのいずれかにて符号化された信号であり、本発明による信号判定装置はそれぞれの畳み込み符号器の畳み込み符号レートに対応するレートにて受信信号をそれぞれ復号する複数のビタビ復号手段を含み、ビタビ復号手段のいずれの復号結果が正当であるかを判定して符号レートを識別するものである。

【0023】また、受信信号は所定の符号レートにて畳み込み符号化された音声信号と、そのレートと異なる符号レートにて畳み込み符号化された制御信号とが送信スロットの同一箇所に選択的に配置されて送信された信号であり、本装置は少なくとも受信信号を音声信号の畳み込み符号レートに対応して復号する第 1 のビタビ復号手段と、受信信号を制御信号の畳み込み符号レートに対応して復号する第 2 のビタビ復号手段とを含み、いずれの復号結果が正当であるかを判定して受信信号が音声信号および制御信号のいずれであるかを識別するものである。

【0024】さらに、受信信号は、可変レートの音声符号化方式にて符号化された複数のビットレートの信号がそれぞれ畳み込み符号化され、さらに一つのシンボルレートに繰り返し処理されて送信された信号であってもよく、本装置は、受信信号を加算処理にて複数レートのシンボルに復元する複数のレート復元手段と、復元手段にそれぞれ接続されて、復元されたシンボルレートのそれぞれに対応したトレリス追跡を行なって複数のビットレートの信号を復号する複数のビタビ復号手段とを含み、いずれの復号結果が正当であるかを判定して受信信号のビットレートを識別するものであってもよい。

【0025】一方、本発明による信号判定方法は、畳み込み符号を含む複数レートの符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受け、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判定する符号化通信方式における信号判定方法であって、畳み込み符号を含む複数の符号レートに応じたトレリス追跡を行なって、受信信号からそれぞれの符号レートの信号を復号する第 1 の工程と、第 1 の工程のトレリス追跡にて検出している複数のバスメトリックを受けてその中から見込みのないバスを順次打ち切り、最も確からしい M 個のバスを少なくとも 2 以上のトレリス追跡にまたがって検出する第 2 の工程と、第 2 の工程にて検出した M 個のバスのメトリック状態に応じて最終的な信号判定を行なって、受信信号の符号レートを判定する第 3 の工程とを含むことを特徴とする。

【0026】この場合、第 1 の工程は、トレリス追跡に

におけるそれぞれのブランチメトリックを受信信号に基づいて順次求めるメトリック演算工程と、そのメトリックを前回のブランチでのメトリックと順次加算する加算工程と、その結果のバスメトリックを比較する比較工程と、その値が小となるいずれかのバスを順次選択する選択工程と、選択工程にて選択された生き残りバスを順次更新して蓄積する蓄積工程とを含み、第 2 の工程は、複数の選択工程にて選択されたバスメトリックをさらに比較して、そのうち見込みのあるバスメトリックを次の加算工程に送り、そのバス選択の繰り返しにてバスを絞り込んで M 個のバスを検出し、これら検出したバスを蓄積工程にて蓄積させ、かつそれらのバスのバスメトリックを第 3 の工程に供給するとよい。

【0027】また、第 2 の工程は、複数のトレリス追跡にまたがる M 打ち切りを行なった際に、生き残りバスがなくなったトレリス追跡を中止させて、生き残りバスを含むトレリス追跡のみを続行させるようにするとよい。

【0028】また、本発明による信号判定方法は、畳み込み符号を含む複数レートの符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受け、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判定する符号化通信方式における信号判定方法であって、畳み込み符号を含む複数レートの符号に応じたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レートの信号を復号する第 1 の工程であって、復号した信号とともにその復号結果の確からしさを表わす信頼度情報を求める第 1 の工程と、第 1 の工程からの信頼度情報を受けて、これら信頼度情報に基づいていずれの復号結果が正当であるかを判定する第 2 の工程とを含むことを特徴とする。

【0029】この場合、第 1 の工程は、トレリス追跡におけるそれぞれのブランチメトリックを受信信号に基づいて順次求めるメトリック演算工程と、そのメトリックを前回のブランチでのメトリックと加算する加算工程と、その結果のバスメトリックを比較する比較工程と、その値が小となるいずれかのバスを選択する選択工程と、その際の各ブランチでのバスメトリックの最大値および最小値の差を求める差分工程と、前記選択工程からのバスおよびそのバスの確からしさを表わす信頼度情報を順次更新して蓄積するバス蓄積工程とを含み、バス蓄積工程は、更新するバスが前回と異なるバスを含む場合に、差分工程からの各ブランチでのメトリックの最大値および最小値の差に基づいてバスの確からしさを表わす信頼度情報を求めて、これを更新するバス更新工程を含むとよい。

【0030】これらの場合、受信信号は、畳み込みレートが異なる複数の畳み込み符号器にて符号化された信号であり、この際に、それぞれの畳み込み符号器の畳み込みレートに対応するレートにてトレリス追跡を行なう第 1 の工程をそれぞれ並列に行なって、いずれの結果が正当であるかを判定して、符号レートを判定すると有利で

ある。

【0031】また、受信信号は所定のレートにて畳み込み符号化された音声信号と、そのレートと異なるレートにて畳み込み符号化された制御信号とが送信スロットの同一箇所に選択的に配置されて送信された信号であり、この際に、少なくとも受信した信号を音声信号の畳み込み符号レートにてトレリス追跡する工程と、受信信号を制御信号の畳み込み符号レートにてトレリス追跡する工程とを第1の工程に含み、いずれの工程の結果が正当であるかを判定して音声信号および制御信号とを識別するようにするとよい。

【0032】さらに、受信信号は、可変レートの音声符号化にて符号化された複数のビットレートの信号がそれぞれ畳み込み符号化され、さらに一つのレートに繰り返し処理されて送信された信号であってもよく、その際に本方法は、受信信号を加算処理にて複数レートの符号化データに復元するレート復元工程を含み、第1の工程は、復元されたビットレートのそれぞれに対応したトレリス追跡を並列に処理する複数の工程を含み、いずれの工程の結果が正当であるかを判定して受信信号のビット

レートを識別するようにすると有利である。

【0033】他方、本発明による通信路状態推定方法は、畳み込み符号を含む複数レートの符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受け、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判定する際に通信路状態を推定して信号を判定する通信路状態推定方法であって、畳み込み符号を含む複数レートのそれぞれの符号レートに応じたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レートの信号をそれぞれ復号する第1の工程と、第1の工程にてそれぞれのトレリス追跡にて生き残ったバスの最終段のバスメトリックを検出する第2の工程と、第2の工程にて検出したメトリック値を指標としてそれぞれの信号の誤り率を求めて通信路状態を推定する第3の工程とを含むことを特徴とする。

【0034】また、本発明による通信路状態推定方法は、畳み込み符号を含む複数レートの符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受け、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判定する際に通信路状態を推定して信号を判定する通信路状態推定方法であって、畳み込み符号を含む複数レートのそれぞれの符号レートに応じたトレリス追跡を行なって、受信した信号から複数レートの信号をそれぞれ復号する第1の工程と、第1の工程の結果にて得られたそれぞれの復号信号を再度畳み込み符号化する第2の工程と、第2の工程にて得られたそれぞれ再符号化信号と受信信号に基づいて信号を判定する第3の工程とを含み、第3の工程は、再符号化された信号のシンボル系列を定数倍した値と、受信信号のシンボル系列の値との差の2乗和の最小値を演算し、それら演算結果に基づいてそれぞれの信号の誤り率を求めて通信路状態を推定することを特徴とする。

【0035】これらの場合、受信信号は、畳み込みレートが異なる複数の畳み込み符号器にて符号化された信号であり、その際に、それぞれの畳み込み符号器の畳み込みレートに対応するレートにてトレリス追跡を行なう第1の工程をそれぞれ並列に行なって、いずれの結果が正当であるかを通信路状態を推定して判定すると有利である。

【0036】また、受信信号は所定のレートにて畳み込み符号化された音声データと、そのレートと異なるレートにて畳み込み符号化された制御データとが受信スロットの同一箇所に選択的に配置されて送信された信号であり、その際に本方法は、少なくとも受信した信号を音声信号の畳み込み符号レートにてトレリス追跡する工程と、受信信号を制御信号の畳み込み符号レートにてトレリス追跡する工程とを第1の工程に含み、いずれの工程の結果が正当であるかを通信路状態を推定して判定し、音声信号および制御信号とを識別するものである。

【0037】同様に、受信信号は、可変レートの音声符号化にて符号化された複数のビットレートの信号がそれぞれ畳み込み符号化され、さらに一つのレートに繰り返し処理されて送信された信号であってもよく、その際に本方法は、受信信号を加算処理にて複数レートの符号化データに復元するレート復元工程を含み、第1の工程は、復元されたビットレートのそれぞれに対応したトレリス追跡を並列に処理する複数の工程を含み、いずれの工程の結果が正当であるかを通信路状態を推定して判定し、受信信号のビットレートを識別するものである。

【0038】また、本発明による受信装置は、畳み込み符号を含む複数レートの符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判別しつつ元の信号を再生する符号化通信方式における受信装置であって、畳み込み符号を含む複数レートの符号のそれぞれの符号レートに応じたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レートの信号をそれぞれ復号する複数のビタビ復号手段と、ビタビ復号手段が共通に接続されて、これらビタビ復号手段のトレリス追跡にて検出している複数のバスメトリックを受けて、それらのうちの見込みないバスを順次打ち切り最も確からしいM個のバスを少なくとも2以上のビタビ復号手段にまたがって検出するM打ち切り手段と、M打ち切り手段にて検出したM個のバスのメトリック状態に応じて最終的な信号判定を行なって、その判定結果に対応するバスをトレースバックして復号ビットを出力する信号判定手段とを含むことを特徴とする。

【0039】この場合、ビタビ復号手段は、トレリス追跡におけるそれぞれのブランチメトリックを受信信号に基づいて順次求め、そのメトリックを前回のブランチでのメトリックと加算して、その結果のバスメトリックを比較していずれかのメトリックを選択する加算比較選択手段と、加算比較選択手段からのそれぞれのブランチで

のバスメトリックを順次更新して加算比較選択手段に供給するメトリック蓄積手段と、加算比較選択手段にて選択されたバスを順次蓄積するバス蓄積手段とを含み、加算比較選択手段およびメトリック蓄積手段は、M打ち切り手段の入力側に共通に接続され、バス蓄積手段はM打ち切り手段の出力側に共通に接続されて、M打ち切り手段は、それぞれの加算比較選択手段から受けたバスメトリックを比較して、そのうち見込みのあるバスメトリックを対応のメトリック蓄積手段に順次蓄積させ、そのバス選択の繰り返しにてバスを絞り込んでM個のバスを検出し、これら検出したバスをバス蓄積手段に蓄積させ、かつそれらのバスのバスメトリックを判定手段に供給し、判定手段は、M打ち切り手段を介して受けた生き残りバスのバスメトリックに基づいて信号を判定し、その結果の信号を対応のバス蓄積手段から読み出してトレースバックした結果の復号ビットを出力すると有利である。

【0040】また、M打ち切り手段は、複数のビタビ復号手段にまたがるM打ち切りを行なった際に、生き残りバスがなくなったビタビ復号手段でのそれ以降のトレリス追跡を中止させて、生き残りバスを含むビタビ復号手段にのみその後のトレリス追跡を続行させるとよい。

【0041】さらに、本発明による受信装置は、畳み込み符号を含む複数レート of 符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判別しつつ元の信号を再生する符号化通信方式における受信装置であって、復号した信号とともにその復号結果の確からしさを表わす信頼度情報を出力する複数のソフト出力ビタビ復号手段と、ソフト出力ビタビ復号手段からの信頼度情報を受けて、これら信頼度情報に基づいていずれのビタビ復号手段による復号結果が正当であるかを判定する判定手段と、判定手段の判定結果に基づいて、ビタビ復号手段にて復号された信号のいずれかを選択する選択手段とを含むことを特徴とする。

【0042】この場合、ビタビ復号手段は、トレリス追跡におけるそれぞれのブランチメトリックを受信信号に基づいて順次求め、そのメトリックを前回のブランチでのメトリックと加算して、その結果のバスメトリックを比較して、その値が小となるいずれかのバスを選択し、かつ、その際の各ブランチでのバスメトリックの最大値および最小値の差を求めて順次出力する加算比較選択手段と、加算比較選択手段からのそれぞれのブランチでのバスメトリックを順次更新して加算比較選択手段に供給するメトリック蓄積手段と、加算比較選択手段にて選択されたバスおよびその際のバスメトリックの差に基づいて求められるバスの確からしさを表わす信頼度情報を順次更新して蓄積するバス蓄積手段とを含み、バス蓄積手段は、更新するバスが前回と異なるバスを含む場合に、加算比較選択手段からの各ブランチでのメトリックの最

大値および最小値の差に基づいてバスの確からしさを表わす信頼度情報を求め、これを更新するバス更新手段を含むとよい。

【0043】また、本発明による受信装置は、畳み込み符号を含む複数レート of 符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判別しつつ元の信号を再生する符号化通信方式における受信装置であって、畳み込み符号を含む複数レート of 符号にに応じたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レート of 符号をそれぞれ復号する複数のビタビ復号手段と、ビタビ復号手段のそれぞれのトレリス追跡にて生き残ったバスの最終段のバスメトリックを受け、それらメトリックに基づいて通信路状態を推定していずれのビタビ復号手段による復号結果が正当であるかを判定する判定手段と、判定手段の判定結果に基づいて、ビタビ復号手段にて復号された信号のいずれかを選択する選択手段とを含むことを特徴とする。

【0044】この場合、ビタビ復号手段は、トレリス追跡におけるそれぞれのブランチメトリックを受信信号に基づいて順次求め、そのメトリックを前回のブランチでのメトリックと加算して、その結果のバスメトリックを比較して、その値が小となるバスを選択する加算比較選択手段と、加算比較選択手段からのそれぞれのブランチでのメトリックを順次更新して加算比較選択手段に供給するメトリック蓄積手段と、加算比較選択手段にて選択されたバスを順次蓄積するバス蓄積手段と、バス蓄積手段に蓄積された生き残りバスをトレースバックして復号ビットを出力し、その際の最終段のバスメトリックをメトリック蓄積手段から読み出して出力する制御手段を含むと有利である。

【0045】さらに、本発明による受信装置は、畳み込み符号を含む複数レート of 符号のうちいずれかの符号レートにて符号化された信号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを判別しつつ元の信号を再生する符号化通信方式における受信装置であって、畳み込み符号を含む複数レート of 符号のそれぞれの符号レートに応じたトレリス追跡を行なって、受信信号から複数レート of 符号をそれぞれ復号する複数のビタビ復号手段と、ビタビ復号手段による復号結果を再度畳み込み符号化する複数の再符号化手段と、再符号化手段にて再符号化された信号と受信信号に基づいて信号を判定する複数の判定手段と、判定手段の判定結果に基づいて複数のビタビ復号手段のいずれかからの復号結果を選択する選択手段とを含み、判定手段は、再符号化手段によって得られた再符号化シンボル系列を定数倍した値とビタビ復号手段の入力である受信シンボル系列の値のそれぞれ差の2乗の総和の最小値を演算して、その結果から通信路状態を判定してビタビ復号手段からの信号のうちいずれの復号結果が正当であるかを判定することを特徴とする。

【0046】これらの場合、受信信号は、畳み込み符号化レートが異なる複数の畳み込み符号器にて符号化された信号であり、本発明による受信装置は、それぞれの畳み込み符号器の畳み込み符号レートに対応するレートにて受信信号をそれぞれ復号する複数のビタビ復号手段を含み、これらビタビ復号手段のいずれの復号結果が正当であるかを判定して、その結果の復号信号を再生するとよい。

【0047】また、受信信号は、所定のレートにて畳み込み符号化された音声信号と、そのレートと異なるレートにて畳み込み符号化された制御信号とが送信スロットの同一箇所に選択的に配置されて送信された信号であり、本装置は少なくとも、受信信号を音声信号の畳み込み符号レートに対応して復号する第1のビタビ復号手段と、受信信号を制御信号の畳み込み符号レートに対応して復号する第2のビタビ復号手段とを含み、いずれの復号結果が正当であるかを判定して音声信号および制御信号のいずれであるかを識別し、音声信号である場合に、その復号ビットを音声デコーダに出力し、制御信号である場合に制御部に選択的に出力するものである。

【0048】さらに、受信信号は、畳み込み符号化された信号が所定の時分割変調方式にて変調されて送信された信号であり、本装置は、時分割変調信号を復調する復調手段を含むものである。

【0049】さらに受信信号は、可変レートの音声符号化にて符号化された複数のビットレートの信号がそれぞれ畳み込み符号化され、さらに一つのレートに繰り返し処理されて送信された信号であってもよく、本装置は、受信信号を加算処理にて複数レートのシンボルに復元する複数のレート復元手段と、復元手段にそれぞれ接続されて、復元されたシンボルレートのそれぞれに対応したトレリス追跡を行なって複数のビットレートの信号を復号する複数のビタビ復号手段と、復号されたビットレートに対応して音声復号する音声デコーダとを含み、音声デコーダは、複数のビタビ復号手段にて復号されてその正常性を判定されたビットレートにて復号データを音声復号するものである。

【0050】この場合、受信信号は、畳み込み符号化された信号が所定の符号分割方式にて変調されて送信された信号であり、本装置は、符号分割変調信号を復調する復調手段を含むものである。

【0051】さらに受信信号は、巡回符号が付加された信号であり、本装置は、復号した信号をさらに巡回符号にて誤り訂正するチェック手段を含むと有利である。

【0052】

【発明の実施の形態】次に、本発明による符号化通信方式における信号判定装置および受信装置ならびに信号判定方法および通信路状態推定方法の一実施例を添付図面を参照して詳細に説明する。図1には、本発明による信号判定方法が適用された符号化通信方式における信号判

定装置の第1の実施例が示されている。本実施例による信号判定装置は、たとえば、TDMA(time division multiple access)方式やCDMA(codedivision multiple access)方式などのデジタル方式の携帯電話における受信部に有効に適用される装置である。特に、送信の際に畳み込み符号を含む複数の符号レートにて符号化されて送信された信号を受けて、その信号が複数レートの信号のうちいずれの符号レートの信号であるかをビタビアルゴリズムを用いて判定しつつ、有効な符号レートにて信号を復号する復号回路に用いられる。

【0053】詳細には、本実施例の信号判定装置は、図1に示すように、複数の加算比較選択(ACS)回路10, 12, ..., 1Nと、複数のメトリックメモリ20, 22, ..., 2Nと、M打ち切り回路30と、複数のバスメモリ40, 42, ..., 4Nと、判定回路50とを含む。これらのうち加算比較選択回路10, 12, ..., 1Nと、メトリックメモリ20, 22, ..., 2Nと、バスメモリ40, 42, ..., 4Nとは、それぞれビタビ復号回路を構成する回路であり、本実施例では加算比較選択回路10, 12, ..., 1Nおよびメトリックメモリ20, 22, ..., 2NがM打ち切り回路30の入力側に共通に接続されて、バスメモリ40, 42, ..., 4NがM打ち切り回路30の出力側にそれぞれ接続されている。

【0054】詳しくは、通常のビタビ復号回路ではM打ち切り回路30がなく、それぞれの加算比較選択回路10, 12, ..., 1Nの出力にメトリックメモリ20, 22, ..., 2Nおよびバスメモリ40, 42, ..., 4Nが接続されて、それぞれのビタビ復号回路を形成し、個別に動作する。本実施例では、複数のビタビ復号回路がM打ち切り回路30を介して協調して動作し、このM打ち切り回路30の出力が判定回路50に接続されて、その結果に基づいて信号判定が行なわれるものである。

【0055】各部の詳細を説明すると、加算比較選択回路10, 12, ..., 1Nは、入力端子60からの畳み込み符号などのトレリス符号にて符号化されている受信信号、いわゆるシンボル系列の信号を共通に受けて並列に動作し、それぞれ信号の時系列に沿った状態をトレリス追跡して、その推定結果をM打ち切り回路30に出力するビタビアルゴリズムを用いた処理回路である。具体的には、符号化信号が取得するそれぞれの値と実際の受信シンボルの値との差、たとえば、ハミング距離またはユークリッド距離にて表わされるトレリス追跡におけるそれぞれのブランチでのメトリックを求めるブランチメトリック演算部と、その結果を前回までのメトリックと加算(add)する加算部と、その結果のバスメトリックを比較(compare)する比較部と、有効なパスを順次選択(select)する選択部とを含む、いわゆるACS回路と呼ばれる処理回路である。

【0056】たとえば、図2に示すような符号化率1/2の畳み込み符号のトレリス追跡を例に挙げて説明すると、加算比較選択回路10, 12, ..., 1Nは、受信信号2ビット

トを 1 シンボルとして受け、そのシンボルにて表わされる 4 つの状態を順次推定する。受信シンボルは、状態 S00="00"、状態 S10="10"、状態 S01="01"、状態 S11="11" のいずれかの状態をとり、それぞれ 2 つの状態にのみ遷移する。初期状態のシンボルを"00"とすると、第 1 のブランチ 1 では受信すべきシンボルが"00"または"11"であり、初期状態 S00 から状態 S00 または状態 S10 に遷移する。このとき、実際に受けたシンボルが"00"であるとなると、状態 S00 ではそのブランチメトリックの値 $|0|$ が求められ、状態 S10 ではブランチメトリック値 $|2|$ が求められる。この場合、ハミング距離にて表わす。

【0057】次のブランチ 2 では、状態 S00 が上記と同様に、状態 S00 または状態 S10 に遷移し、状態 S10 が取り得るシンボル値が"01"または"10"であるので、状態 S01 または状態 S11 に移る。これにより、ブランチ 2 においてシンボル"10"を受信すると、それぞれのメトリックの値として状態 S00= $|1|$ 、S10= $|1|$ 、S01= $|2|$ 、S11= $|0|$ がそれぞれ求められる。これに前回のメトリック値を加算して、それぞれのバスメトリックを $|1|$ 、 $|1|$ 、 $|4|$ 、 $|2|$ として求める。この状態では、比較処理はなく、すべてのパスおよび求めたバスメトリックを選択して出力する。

【0058】加算比較選択回路 10, 12, …, 1N は、ブランチ 3 において、シンボル"00"を受けたとすると、状態 S00 ではブランチ 2 の状態 S00 からの遷移および状態 S01 からの遷移があるので、状態 S00 からのバスメトリックとして $|1| + |0| = |1|$ を加算して求め、状態 S01 からのバスメトリックとして $|4| + |2| = |6|$ を求めて、これらを比較して状態 S00 からのバスメトリックを選択する。これにより、ブランチ 3 の状態 S00 では、S00-S00-S00 のパスを生き残りパスとして選択して出力する。

【0059】同様に、ブランチ 3 の状態 S10 ではブランチ 2 の状態 S00 からの遷移のバスメトリック値 $|3|$ と状態 S01 からのバスメトリック値 $|4|$ とを求めて、これらを比較して、S00-S00-S10 のパスを選択する。同様に、ブランチ 3 の状態 S01 では、S00-S10-S01 のパスを選択して、状態 S11 では S00-S10-S11 のパスを選択する。以下同様に、それぞれのブランチ 4, 5, … にて、そのとき受けたシンボルとそのシンボルが取り得る状態とのハミング距離からブランチメトリックを求めて、これを前回までのバスメトリックと加算して、それらを比較し、バスメトリックが小となるパスを選択する。ここでは、1/2 レートの符号化率を例に挙げて説明したが、本実施例では、それぞれ送信側の畳み込み符号器の符号化率に応じた符号レートの加算比較選択回路 10, 12, …, 1N がそれぞれ用意される。

【0060】図 1 に戻って、メトリックメモリ 20, 22, …, 2N は、それぞれ加算比較選択回路 10, 12, …, 1N 毎に設けられ、それぞれの加算比較選択回路 10, 12, …, 1N にて選択したバスメトリックを M 打ち切り回路 30 を介して受けて、それぞれの状態毎に順次更新して蓄積する記憶回

路であり、実際には、受信シンボルの入力毎にそれぞれ更新した前回のバスメトリックをそれぞれのブランチ毎に加算比較選択回路 10, 12, …, 1N に供給する複数のラッチ回路などが有効に用いられる。特に、通常のビタビ復号回路では対応の加算比較選択回路にて選択されたすべてのバスメトリックがそのメトリックメモリに順次蓄積されるが、本実施例では、トレリス追跡の途中にて M 打ち切り回路 30 にて順次絞り込まれたバスメトリックのみを更新して蓄積し、そのメトリックを対応の加算比較選択回路 10, 12, …, 1N に順次供給する。したがって、本実施例では、状態数が順次絞り込まれることにより、動作するメトリックメモリ 20, 22, …, 2N の数が徐々に少なくなり、N 個の加算比較選択回路 10, 12, …, 1N に対して M 個のメモリのみが動作することになる。

【0061】M 打ち切り回路 30 は、加算比較選択回路 10, 12, …, 1N の出力が共通に接続されて、これらから受けたバスメトリックに基づいて最も確からしい M 個のパスを検出する M アルゴリズムが適用された回路であり、本実施例では少なくとも 2 個毎の加算比較選択回路 10, 12, …, 1N にまたがって M 打ち切りを行なう。たとえば、図 2 に示すトレリス追跡では、ブランチ 2 の状態 S01 は次のブランチ 3 にていずれの遷移状態も生き残れない。同様にブランチ 3 にて状態 S10 はブランチ 4 にて一方は生き残るがそのパスはいずれもブランチ 5 にて生き残れない。このように可能性の少ないパスをそれぞれのブランチにて生き残ったパスのメトリックの値を比較することにより打ち切ることができる。

【0062】本実施例での M 打ち切りは、図 3 に示すように少なくとも 2 つのトレリス追跡にまたがって、つまり少なくとも 2 つの加算比較選択回路 10, 12, …, 1N の処理にまたがって M 打ち切りを行なう。これにより、受信シンボルの符号レートと異なるレートでトレリス追跡を行なっている加算比較選択回路 10, 12, …, 1N では、受信シンボルの符号レートに合致するレートでトレリス追跡を行なっている加算比較選択回路 10, 12, …, 1N に比べて生き残りパスが残る可能性が低くなり、本実施例では、M 打ち切りにより生き残りパスがなくなった加算比較選択回路 10, 12, …, 1N は、その動作を停止させる。この結果、加算比較選択回路 10, 12, …, 1N を高速かつ効率的に動作させ得る。

【0063】たとえば、図 3 のトレリス追跡において、破線にて囲むそれぞれのブランチからのバスメトリックを 2 つの加算比較選択回路 1A, 1B から受けて、それぞれを比較して、8 つの状態 AS00~BS11 のうち少なくとも 4~6 個の状態に絞り込むことができる。この際に、状態 AS00~AS11 または状態 BS00~BS11 のいずれかに絞り込むことができれば、加算比較選択回路 1A, 1B のいずれかの動作を停止させることができる。破線のブランチにて状態 AS00~AS11 または状態 BS00~BS11 のいずれかのうち 1 つまたは 2 つのパスが生き残ったとしても、次のブラン

ちにてさらに2つのトレリス追跡にまたがって絞り込むことにより、いずれかのトレリス追跡のパスが生き残る可能性が低くなる。符号化率 $1/2$ のレートの場合、2～3回の繰返してにていずれかに絞り込むことができる。

【0064】さらに、絞り込まれた加算比較選択回路11～1Nのトレリス追跡にまたがってM打ち切りを続けると、徐々に動作する加算比較選択回路11～1Nの数を減らすことができ、N個のトレリス追跡のうちのM個のパスに短区間にて絞り込むことができる。通常のビタビ復号の場合、それぞれの回路にて状態数がシンボルの拘束長に対して2のべき乗となり、1つのパスに絞り込む際にその数倍のステップが必要となる。さらに、その数がN個の回路であると $(2^{k_1} + 2^{k_2} + \dots + 2^{k_N})$ 個 (k_1, k_2, \dots, k_N は拘束長さ)の状態についてトレリス追跡を行なうと、N個のパスが出力されることになり、その結果を判定することは困難である。本実施例では、M打ち切りにより、ステップ数が減少したうえに、N個よりもかなり少ないM個のパスに絞り込み、これを判定することができる。この結果のパスメトリックおよびパスは、判定回路50および動作している加算比較選択回路11～1Nに対応するバスメモリ40～4Nに順次供給される。

【0065】バスメモリ40, 42, …, 4Nは、それぞれ加算比較選択回路10, 12, …, 1Nにて選択されたパスをM打ち切り回路30を介してさらに絞り込んだパスとして受けて、順次更新して蓄積する記憶回路である。特に、通常のビタビ復号回路ではそれぞれの加算比較選択回路にて選択されたパスのすべてがバスメモリに蓄積されるが、本実施例ではM打ち切り回路30を介してM個のパスのみが順次更新して蓄積される。したがって、本実施例によるバスメモリ40, 42, …, 4Nの容量は、通常のビタビ復号回路のバスメモリに比べて少ないものでよい。

【0066】判定回路50は、M打ち切り回路30からのM個のパスのうちの生き残りパスの中から最も確からしいパスを判定する判定回路であり、その結果のパスを蓄積するバスメモリ40, 42, …, 4Nから読み出して、これをトレースバックして最も確からしい受信シンボルを復号した復号ビットを出力する復号回路である。特に、本実施例では、M打ち切り回路30によって、判定可能なM個のパスに絞り込まれているので、その生き残りパスの最終段のパスメトリックを単に比較するのみにて信号判定することが可能である。

【0067】実際には、送信側にて最終段の符号として、1つの状態に収束するテールビットが複数ステップにわたって付加されているので、最終段のパスメトリックの判定にて完全に1つのパスを選択することができる。通常のビタビ復号の場合、収束したN個のパスからそれぞれ復号ビットを求めて、それぞれ再符号化して、元の受信シンボルと比較して、さらにCRC(cyclic redundancy check)などにて誤り率を求めて、その結果から信

号判定を行なっており、本実施例ではビタビ復号の結果を直接信号判定することが可能である。

【0068】以上のような構成において、本実施例による信号判定方法を上記信号判定装置の動作とともに説明する。まず、入力端子60からの受信シンボルは用意されたすべての符号レートの加算比較選択回路10, 12, …, 1Nに順次供給される。この受信シンボルを受けた加算比較選択回路10, 12, …, 1Nは、順次ブランチメトリックを求めて、これをメトリックメモリ20, 22, …, 2Nから読み出した前回のメトリック値に加算して、その結果のパスメトリックを求め、これを比較して、その値が小となるパスメトリックのパスを順次選択する。加算比較選択回路10, 12, …, 1Nにて選択されたそれぞれのパスおよびパスメトリックは、M打ち切り回路30に順次供給される。

【0069】次に、加算比較選択回路10, 12, …, 1Nからのパスメトリックを受けたM打ち切り回路30は、それぞれ少なくとも2つの加算比較選択回路10, 12, …, 1Nからのパスメトリックを比較して、そのうち見込みのないパスのパスメトリックを捨てて生き残ったパスのパスメトリックのみを対応のメトリックメモリ20, 22, …, 2Nに供給して、対応のバスメモリ40, 42, …, 4Nに生き残りパスを順次供給する。これにより、メトリックメモリ20, 22, …, 2Nから次のブランチでのトレリス追跡に、生き残りパスのパスメトリックがフィードバックされ、加算比較選択回路10, 12, …, 1Nにて次のブランチでのトレリス追跡が再び行なわれる。

【0070】その結果のパスおよびパスメトリックは、再びM打ち切り回路30に供給され、上記と同様にM打ち切りが行なわれる。上記動作が複数回繰返されると、M打ち切り回路30は、N個の加算比較選択回路10, 12, …, 1Nのトレリス追跡の中から最も確からしいM個のパスを検出する。この際に、N個の加算比較選択回路10, 12, …, 1Nのうち生き残りパスがなくなった回路は、その動作が停止されて、生き残りパスを含むトレリス追跡を行なう回路10, 12, …, 1Nのみがさらにトレリス追跡を行なうと、さらに加算比較選択回路10, 12, …, 1Nの絞り込みが行なわれて、最終段にて生き残ったパスのみが検出される。その結果のパスは、対応のバスメモリ40, 42, …, 4Nに順次更新されて蓄積され、そのパスメトリックのみが判定回路50に供給される。

【0071】これにより、判定回路50は、M打ち切り回路30にて絞り込まれたトレリス最終段において、最終段でのパスメトリックの状態から判定回路50が送信機で用いられた符号器を推定する。この場合、信号判定回路50は、トレリスの最終段においても、複数個の復号器に関するパスが生き残っている場合に関しては、最終段のメトリックを用いて信号判定を行なう。しかし、もし最終段で、ただ1つの復号器に関するパスしか生き残っていない場合には、送信機ではその生き残りパスを含む復号器に対応する符号器によって信号が送信されたものと判

定する。

【0072】この結果、信号判定回路50は、対応のバスメモリ40, 42, …4N をトレースバックして、バスメモリ40, 42, …4N から読み出されたシンボルを所定のレートにて復号して復号ビットを出力70から出力する。その結果の復号ビットは、たとえば音声復号器へ供給されて、音声信号に復号されて音声再生される。

【0073】以上のように本実施例の信号判定装置および信号判定方法によれば、複数レートの信号に応じて加算比較選択回路10, 12, …1N にてトレリス追跡を行なう際にその途中で少なくとも2以上の回路10, 12, …1N にまたがってM打ち切りして最も確からしいM個のバスを検出し、その結果のバスのメトリック状態に応じて最終的な信号判定を行なうので、信号のトレリス追跡が終了した時点で生き残ったバスをそのまま信号判定することができ、その結果を復号ビットとして出力することができる。この場合、トレリス追跡における演算量を大幅に減少させることができ、装置の高速化および省電源化を図ることができる。また、メモリなどの小容量化を図ることができる。さらに、通常のビタビ復号回路からの信号判定のように、再符号化して受信信号と比較する必要がなく、またCRC などの他の誤り訂正符号などを付加する必要がない。この結果、畳み込み符号などのトレリス符号のみにて十分に信号判定を行なうことができるなどの効果がある。

【0074】次に図4には、上記信号判定装置が適用された受信装置の実施例が示されている。本実施例では、CDMA方式の携帯電話、たとえば北米符号分割多重アクセス方式の携帯電話に適用した場合について説明する。特に、本実施例による受信装置は、音声速度によってその符号化速度が異なる可変レートの音声符号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを送信側の仕様を変更することなく有効に判定して、音声信号を再生する受信機である。

【0075】まず、本実施例による受信機の理解を容易にするために本実施例に適用される送信機側の構成を図5を参照して説明すると、音声入力は、ボコーダ、つまり音声符号器100 にて、その発せられている時間の割合に応じて、それぞれ1フレーム当たり16, 40, 80, 172ビット(0.8, 2.0, 4.0, 8.6kbps)の可変レートの符号に変換される。音声符号器100 は、たとえば、QCELP(Qualcomm codebook excited linear prediction)と呼ばれる音声波形に応じてコード化した音声符号をその音声速度に応じて実行する符号器が適用される。

【0076】16~172 ビットの音声符号は、そのうちの172, 80ビットの符号のみに、CRC 付加回路110 にて、たとえば12ビットのCRC 符号が付加される。CRC 付加回路110は、周知の演算にて音声符号を演算した結果にCRC 符号を付加する回路である。CRC 付加回路110 からの出力は、それぞれ0.8, 2.0, 4.4, 9.2kbps の速度となつて出

力される。これら音声符号には、そのフレームの終端を示す所定の符号、たとえば、8ビットオール"0"となるテールビットがテールビット付加回路120 にて付加される。テールビット付加回路120 からの出力はそれぞれ1.2, 2.4, 4.8, 9.6kbps の速度となつて出力される。

【0077】1.2 ~9.6kbps の音声符号は、畳み込み符号器130 にて畳み込み符号化されて2.4 ~19.2kspsの速度で出力される。本実施例の畳み込み符号器130 は、音声符号の各ビットを所定のアルゴリズムで2ビット、1シンボルの符号に畳み込み符号化する符号化率1/2 の符号器である。畳み込み符号化された信号は、繰り返し処理回路140 に供給される。繰り返し処理回路140 は、2.4ksps の信号を各シンボル毎に8回、4.8ksps の信号を4回、9.6ksps の信号をそれぞれ2回繰り返して、2.4 ~19.2kspsの信号を19.2kspsの統一した速度として出力する速度変換回路である。以上のように符号化された音声信号は、インタリーブ回路160 に供給される。

【0078】インタリーブ回路150 は、符号化されたそれぞれのフレームをブロックインタリーブにより並べ替えて出力する信号変換回路である。インタリーブが施された信号は、PN符号などの疑似雑音にてスペクトラム拡散されて出力される。疑似雑音は、コード発生器160 にて生成されて、第1のコード変換回路170 にて符号化信号と同じ19.2kspsの雑音信号に変換されて第1の加算回路180 に供給される。第1の加算回路180 は、インタリーブ回路150 からの音声信号と疑似雑音とを加算してマルチプレクサ190 に出力する信号合成器であり、その結果の信号はBPSK(binary phase shift keying) 拡散された信号となる。マルチプレクサ190 は、加算された信号と、800 ビットの電力制御信号とを選択して出力する選択回路である。この際に電力制御信号にも第2のコード変換回路175 からの800Hz の疑似雑音が重畳される。

【0079】マルチプレクサ190 からの信号は、第2の加算回路200 にてウォルシュ関数と加算されて出力される。ウォルシュ関数回路210 は、たとえば、複数のシンボルを直交符号化してウォルシュシンボルに変換する直交変換回路である。直交変換された信号は、図示しない変調部にてさらに疑似雑音にてたとえばOQPSK(offset quadrature shift keying) 変調されて、さらに無線部のフロントエンドから搬送波に重畳して送信される。

【0080】一方、本実施例による受信機は、図4に示すように、無線部のフロントエンドにて中間周波数に変換されたベースバンド信号がデマルチプレクサ220 に供給される。フロントエンドでは、受信信号から搬送波を取り除き、送信側にてOQPSK変調した際と同じ疑似雑音にて逆拡散して所望のベースバンド信号を得る。デマルチプレクサ220 は、受信信号から電力制御信号と主信号とを分離する分離回路である。分離された電力制御信号は、制御部に供給され、主信号は第1の加算器230 に供給される。第1の加算器230 は、主信号とウォルシュ関

数回路240からのウォルシュ関数を加算して、逆直交変換した信号を得て、これを出力する。

【0081】ウォルシュ関数回路240は、送信側と同様のウォルシュ関数を発生する逆直交変換回路である。逆直交変換された信号は、さらに第2の加算器250にて送信機側と同一の疑似雑音にて逆拡散される。コード発生器260は、送信側と同一のPN符号などの疑似雑音信号を発生し、コード変換器270にて信号と同一速度(19.2ksp/s)に変換して第2の加算器250に供給する。第2の加算器250からの信号は、シンボルに再生されてデインタリーブ回路290に供給される。

【0082】デインタリーブ回路290は、第2の加算器250からのシンボルを元の順序に並べ替えて出力する信号変換回路である。デインタリーブ回路290からの信号は分岐されて、3つのレート復元回路300, 310, 320を介して信号判定回路330に、および信号判定回路330に直接供給される。レート復元回路300, 310, 320は、送信側にて繰り返し処理された9.6, 4.8, 2.4ksp/sのシンボルを19.2ksp/sの信号から復元する回路であり、たとえばそれぞれ2回、4回、8回のシンボルの加算処理にて元のレートを復元する加算回路である。

【0083】信号判定回路330は、上記第1の実施例にて説明した信号判定装置であり、本実施例では、4個のビタビ復号器がM打ち切り回路に共通に接続されて、それぞれ19.2, 9.6, 4.8, 2.4ksp/sのシンボルを9.2, 4.4, 2.0, 0.8kbpsの信号に復号して、判定回路にてレート判定した復号ビットのみが出力される。9.2kbpsまたは4.4kbpsのレートにて復号された場合には、CRCチェック回路340, 350にてCRCによる誤り訂正が施され、そのCRCビットがCRC除去回路360, 370にて取り除かれて選択回路380を介して図示しない音声復号器に出力される。

【0084】選択回路380は、復号された信号を制御回路390の制御の下に選択して音声復号器に供給する回路である。制御回路390は、信号判定回路330の判定結果およびCRCチェック回路340, 350の結果を受けて、選択回路380を制御する制御回路である。

【0085】以上のような構成において、受信機に到来した信号は、フロントエンドにて復調されてベースバンド信号としてデマルチプレクサ220に受信される。次に、ベースバンド信号は、デマルチプレクサ220にて電力制御信号と主信号とが選択されて、一方が制御部に他方が第1の加算器230に出力される。主信号を受けた第1の加算器230では、ウォルシュ関数回路240からの送信側と同じウォルシュ関数と信号を加算して逆直交変換した信号を得る。逆直交変換された信号は、さらに第2の加算器240にてコード発生器260からの送信側と同じ疑似雑音をコード変換器270にて変換した信号と加算されて、逆拡散される。逆拡散された信号はデインタリーブ回路290にて並べ替えが行なわれて、元のシンボル系列の信号に再生される。

【0086】次に、デインタリーブされた信号は、分岐されてレート復元回路300, 310, 320にてそれぞれレート復元されて信号判定回路330に、および信号判定回路330に直接に供給される。この時点では、信号がいずれの符号化レートの信号であるかは定かではない。ともかく、2.4, 4.8, 9.6, 19.2kbpsの信号が一つの受信信号から生成されて、信号判定回路330に供給される。信号判定回路330は、その信号がいずれの符号レートであるかを判定して、その結果の復号ビットを出力する。その際、

10 に、上記実施例にて説明したように、ビタビアルゴリズムにて各信号をトレリス追跡する際に、M打ち切りにて順次確からしいパスにのみ絞り込み、最終的に生き残ったM個のパスから一つのパスを選択して、そのパスのみを復号する。この結果、信号判定した結果の信号が直接復号ビットとして使用することができる。従来の受信機では、4個のビタビ復号回路から4個のパスが選択されて、これを再び畳み込み符号し、それぞれのレートの受信信号と比較し、さらにその信号を判定しなければならなかった。

20 【0087】信号判定回路330にて復号された信号は、直接にまたはCRC除去回路360, 370を介して選択回路380に出力され、その判定結果は制御回路390に供給される。判定結果を受けた制御回路390は、選択回路380を制御して、その復号ビットを音声符号器に出力する。この結果、符号レートに応じた音声復号が実行されて元の音声信号が再生される。なお、9.2, 4.4kbpsの信号の場合は、一応CRCチェック回路340, 350にてCRCチェックが施されて、その誤り訂正が行なわれ、CRCビットが除去されて選択回路380を介して音声復号器に出力される。しかし、本実施例では、信号判定回路330にてビタビ復号により誤り訂正が行なわれているので、必ずしもCRCチェックは必要としない。

30 【0088】このように本実施例による受信機は、上記信号判定装置を適用することにより信号判定のための誤り検出符号を付加する必要がない信号判定を実現して信号を復号することができる。したがって、通信路に関するオーバーヘッドをなくすることができる。また、既に勧告されている通信方式に関しても、その中で用いられている誤り訂正符号を利用した信号判定結果を合わせて用いることで、送信機の仕様を変更することなく、より正確な信号判定を行なうことができる。

40 【0089】なお、本実施例では、北米符号分割多重アクセス方式に適用した場合を例に挙げて説明したが、本発明による受信装置は、たとえば北米時分割多重アクセス方式などのTDMA方式の携帯電話に適用してもよい。この場合、送信機側では、音声信号と、高速付随制御信号(FACCH)が同一スロットのデータ領域に、異なる畳み込み符号化率、たとえば音声信号が符号化率1/2レートにて、FACCHが符号化率1/4レートにて畳み込み符号化されて送信される。したがって、信号判定の際に2つの復

号率のビタビ復号器を用意し、これらを上記実施例と同様にM打ち切り回路にて協調して動作させるとよい。もちろん、復調回路は、TDMA方式の復調方式を実行する回路が採用される。

【0090】次に図6には、本発明による信号判定方法が適用された符号化通信方式における信号判定装置の第2の実施例が示されている。本実施例による信号判定装置が上記第1の実施例と異なる点は、M打ち切り回路30を用いずに、ビタビ復号回路として、そのトレリス追跡にて選択したパスの確からしさを表わす信頼度情報を選択したパスとともに出力する複数のソフト出力ビタビ復号回路410, 412, …41Nを適用して、その信頼度情報に基づいて信号判定して復号ビットを選択する点にある。

【0091】詳細には、本実施例の信号判定装置は、図6に示すように、複数のソフト出力ビタビ復号回路410, 412, …41Nと、判定回路420と、選択回路430とを含む。ソフト出力ビタビ復号回路410, 412, …41Nの復号ビット出力は、それぞれ選択回路430に接続されて、信頼度情報出力は判定回路420に接続されている。

【0092】より詳細には、ソフト出力ビタビ復号回路410, 412, …41Nは、それぞれ図7に示すように、ブランチメトリック演算回路450と、加算比較選択回路460と、メトリックメモリ470と、バスメモリ480と、バス更新回路490とを含む。ブランチメトリック演算回路450は、受信シンボル Y_k を入力して、その推定値 X_k とからそれぞれのブランチメトリックを求める演算回路である。加算比較選択回路460は、メトリック演算回路450からブランチメトリックを受けて、これを順次加算し、その結果のバスメトリックを比較して有効なバスを順次選択するACS回路である。特に、本実施例の加算比較選択回路460は、それぞれのブランチにて複数のバスの中から一つのバスを選択した際に、そのブランチでのメトリックの最大値と最小値との差を求めて、選択したバスとともに出力する。

【0093】たとえば、図8に示すように、ブランチ k の状態 S_k にてメトリック $m=1, m=2$ のいずれかを選択したとき、その差 $\Delta=1$ を求めて出力する。つまり、通常のビタビ復号回路の加算比較選択回路では、メトリック値が最小となるバスのみを選択して、そのバスとバスメトリックのみを出力するが、本実施例の加算比較選択回路460では、それぞれのブランチにてどのようなバス同士が比較されて選択されたのかを表わす指標として、そのブランチでのメトリックの最大値と最小値との差 Δ を求め

$$L_j \leftarrow f(L_j, \Delta) = (1/a) \log(1 + e^{(L_j + \Delta)}) / (e^d + e^{L_j}) \dots (5)$$

ここで、 $a=4D_{\text{free}}(E_s/N_0)$ 、 D_{free} はシンボルのあるステップ区間であり、指数の d はメトリックの差、つまり Δ を表わす。記号 \leftarrow は、蓄積する信頼度情報 L_j を $f(L_j, \Delta)$ にて演算して、前回の L_j を更新する記号である。

【0096】図6に戻って判定回路420は、それぞれのソフト出力ビタビ復号回路410, 412, …41Nからの信頼度

て出力する。メトリックの差および選択したバスは、バス更新回路490に供給され、選択したバスのバスメトリックはメトリックメモリ470に格納される。

【0094】メトリックメモリ470は、上記実施例と同様に、加算比較選択回路460にて選択されたバスメトリックを順次更新して、それぞれのブランチ毎に加算比較選択回路460に更新したバスメトリックをフィードバックする複数のラッチ回路などが有効に用いられる。バスメモリ480は、加算比較選択回路460にて選択されたバスを順次更新して蓄積する記憶回路であり、特に本実施例では更新するバスの確からしさを表わす信頼度情報をバスとともに蓄積する。

【0095】バス更新回路490は、バスメモリ480へのバスの書き込みを制御するメモリ制御回路を含み、特に選択されたバスが前回と異なるバスとなった場合に、加算比較選択回路460からのメトリックの差に基づいて、その信頼度情報を演算して、バスメモリ480に蓄積させる信頼度情報演算回路を含む。具体的には、図8に示すように、ブランチ k の状態 S_k にて2つの異なるバスのいずれかが選択される場合に、たとえば最尤判定でのメトリック M_m は、通信路雑音を考慮すると、次式(1)にて表わされる。

$$M_m = E_s/N_0 \sum (Y_{jn} - X_{jn})^2 \dots (1)$$

ここで、 E_s/N_0 は信号対雑音比、 Y_{jn} は受信シンボル、 X_{jn} は推定値であり、添字 jn は、それぞれのシンボル値 X, Y がブランチ j の状態 n でのシンボルあることを表わす。これにより、ある区間 m でのバスの確からしさ $\text{Prob}\{\text{path } m\}$ は、次式(2)にて表わされる。

$$\text{Prob}\{\text{path } m\} \sim e^{-M_m} \dots (2)$$

したがって、メトリック M_m があるブランチにてそれぞれ M_1 および M_2 とした場合に M_2 のバスを選択する確率 P_j は、次式(3)のように表わされる。

$$P_j = e^{-M_2} / (e^{-M_1} + e^{-M_2}) \\ = 1 / (1 + e^{M_1 - M_2}) \\ = 1 / (1 + e^d) \dots (3)$$

ここで、 $d=M_2-M_1$ である。よって、選択されたバスの信頼度 L_j は、

$$L_j = \log(1 - P_j) / P_j \dots (4)$$

にて表わされ、この結果、バス更新回路490は、バス u_j が前回までのバス u_k と異なる場合に、その信頼度情報としてメトリックの差 Δ を用いた次式(5)にて表わされる信頼度情報 L_j を演算してバスメモリ480に格納する。

情報を受けて、これらのうち最も信頼性の高い復号結果を選択する判定回路であり、その結果に応じて選択回路430を制御する制御回路である。選択回路430は、複数入力出力のセレクタ、あるいはスイッチなどにて構成される出力回路である。

【0097】以上のような構成において、本実施例によ

る信号判定方法を上記信号判定装置の動作とともに説明する。まず、入力端子からの受信シンボルは用意されたすべての符号レートのソフト出力ビタビ復号回路410, 412, …41Nに順次供給される。この受信シンボルを受けたソフト出力ビタビ復号回路410, 412, …41Nは、それぞれの符号レートにてトレリス追跡してその結果のパスと信頼度情報を出力する。この際に、それぞれのメトリック演算回路450にて順次ブランチメトリックを求めて、これを加算比較選択回路460に出力する。

【0098】ブランチメトリックを受けた加算比較選択回路460ではブランチメトリックを前回のメトリック値に加算して、その結果のパスメトリックを求めて、これを比較して、その値が小となるパスメトリックのパスを順次選択し、そのときのメトリックの最大値と最小値の差 Δ を求めてそれぞれパス更新回路490に出力する。この際、パスメトリックはメトリックメモリ470に順次更新して蓄積されて、再び、メトリック演算回路450にシンボルが入力されると、そのメトリックの供給とともに加算比較選択回路460にフィードバックされる。

【0099】これにより、加算比較選択回路460にてある区間のトレリス追跡が順次繰り返されると、図8に示すようにブランチ k から遡って、 $k-\delta$ から $k-\delta_m$ の区間にてパスが一本化され、 $k-\delta_m$ から k の区間にて異なるパスが生じて、ブランチ k にて複数のパスが交差する。その結果のパスおよびメトリックの差を受けたパス更新回路490は、パスメモリ480を更新するために、選択されたパスの信頼度情報をメトリックの差 Δ に基づいて演算して、その信頼度情報をパスとともに更新する。

【0100】さらに、上記動作が繰り返されてメトリックの追跡が最終段まで進むと、それぞれのビタビ復号回路410, 412, …41Nでは、それぞれの符号レートに応じたパスが決定されて、それらの信頼度情報がパスメモリ480から読み出されて判定回路420に供給される。この結果、判定回路420は、それぞれのビタビ復号回路410, 412, …41Nからの信頼度情報を比較して、最も確からしい結果を含むビタビ復号回路410, 412, …41Nを選択して、選択回路430に切り替え信号を供給する。これにより、選択回路430は選択されたビタビ復号回路410, 412, …41Nに接続して、その復号結果を出力端子から出力する。

【0101】以上のように本実施例の信号判定装置および信号判定方法によれば、複数レートの信号に応じてビタビ復号回路410, 412, …41Nにてトレリス追跡を行なう際に選択されたパスの信頼度情報を求めて、その結果に応じて最終的な信号判定を行なうので、信号判定の信頼度が高く、その結果を復号ビットとしてそのまま出力することができる。

【0102】この場合、通常のビタビ復号回路からの信号判定のように、再符号化して受信信号と比較する必要がなく、またCRCなどの他の誤り訂正符号などを付加する必要がない。この結果、畳み込み符号などのトレリス

符号のみにて十分に信号判定を確実にこなうことができるなどの効果がある。

【0103】次に、図9には上記信号判定装置が適用された受信装置の実施例が示されている。本実施例では、上記第1の実施例と同様に、北米符号分割多重アクセス方式の携帯電話に適用した場合について説明する。本実施例による受信装置は、上記第1の実施例と同様に、音声速度によってその符号化速度が異なる可変レートの音声符号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを送信側の仕様を変更することなく有効に判定して、音声信号を再生する受信機である。したがって、送信機の構成は上記第1の実施例と同様に図5に示す通りであり、その説明は省略する。なお、図4に示す実施例と同様の部分には、同一符号を付してその説明は省略する。

【0104】本実施例による受信機が図4に示す実施例と異なる点は、M打ち切り回路30を用いたビタビ復号回路の代わりに、4個のソフト出力ビタビ復号回路410～416を用いて、その信頼度情報に基づいて符号化レートを判定して選択回路430を切り替える構成である。

【0105】具体的には、デインタリーブ回路290からの19.2kspsの受信信号は、第1のソフト出力ビタビ復号器410に直接供給されて、同じ信号が第1のレート復号回路300を介して9.6kspsの速度に変換されて第2のソフト出力ビタビ復号器412に供給されて、また、第2のレート復元回路310を介して第3のソフト出力ビタビ復号器414に4.8kspsの速度に変換された信号が供給されて、同様に、レート復元回路320を介して第4のビタビ復号器416に2.4kspsの速度として受信信号が供給される。第1ないし第4のビタビ復号器410～416は、それぞれ1/2レートの復号器であり、それぞれの符号化レートに応じたタイミングにてトレリス追跡を行なう復号回路である。

【0106】第1のソフト出力ビタビ復号器410は、19.2kspsのシンボルを受けると、上述したように、ビタビアルゴリズムに従ってトレリス追跡して、その最も確からしいパスを順次選択して、9.2kbpsの復号ビットを出力する。その際に、選択したパスの信頼度情報が順次演算されて、判定回路420に供給される。同様に、第2のソフト出力ビタビ復号器412は、9.6kspsのシンボルを受けて、4.4kbpsの復号ビットを出力し、その際の信頼度情報を判定回路420に供給する。また、同様に第3および第4のソフト出力ビタビ復号器414, 416は、それぞれ4.8kspsまたは2.4kspsのシンボルを受けて、2.0kbpsまたは0.8kspsの復号ビットを出力して、その際の信頼度情報をそれぞれ判定回路420に供給する。

【0107】これによって、判定回路420は、それぞれのソフト出力ビタビ復号回路410～416からの信頼度情報を受けて、その値が最も高い復号結果を選択する。この結果、選択回路430が切り替えられて、信頼度の高い

ビタビ復号回路からの復号結果が図示しない音声復号器に供給される。

【0108】なお、第1および第2のビタビ復号器410、412の復号ビットは、CRCチェック回路340、350による誤り訂正が施された後に、これらが選択された場合にはCRC除去回路360、370により復号ビットからCRCビットが除去されて選択回路430を介して出力される。その際に、判定回路420にはCRCチェック回路340、350からのCRCチェックの際の誤り率が供給される。判定回路420は、その誤り率と信頼度情報に基づいて復号ビットを選択する。しかし、本実施例では、ソフト出力ビタビ復号器410、412のビタビアルゴリズムにて復号ビットの誤り訂正が行なわれているので、必ずしもCRCによる誤り訂正を必要としない。

【0109】このように本実施例の受信機によれば、ビタビ復号器としてソフト出力ビタビアルゴリズムを用いることで、復号結果の信頼度情報を得て、その信頼度情報に基づいて信号判定することにより、より精度の高い信号判定を行なって有効な復号ビットを得ることができる。また、信頼度情報を指標とすることにより、他の誤り検出符号などを付加する必要がないので、通信路の圧迫や、送信機側の仕様の変更などを必要としないというそれぞれの利点を有する。

【0110】なお、本実施例では北米符号分割多重アクセス方式に適用した場合を例に挙げて説明したが、本発明による受信装置は、たとえば北米時分割多重アクセス方式などのTDMA方式の携帯電話に適用してもよい。この場合、2つの復号率のソフト出力ビタビ復号器を用意し、その信頼度情報に基づいて信号判定して復号ビットを得るようにするとよい。復号された音声信号は音声符号器に出力し、制御情報は制御回路にそれぞれ分岐して出力するようにするとよい。もちろん、復調回路は、TDMA方式の復調方式を実行する回路が採用される。

【0111】次に図10には、本発明による通信路状態推定方法が適用された符号化通信方式における信号判定装置の第3の実施例が示されている。本実施例による信号判定装置が上記第2の実施例と異なる点は、複数のビタビ復号回路510、512、...51Nにてそれぞれトレリス追跡して、その最終段のパスのメトリック値に基づいて通信路状態を推定して、いずれのビタビ復号回路510、512、...51Nの復号結果が正当であるかを判定する点である。特に、本実施例に適用されるビタビ復号回路510、512、...51Nは、図11に示すようにバスメモリ560に蓄積された生き残りパスを検出して、その最終段のバスメトリックをメトリックメモリ550から読み出すメモリ制御回路540を含むものである。

【0112】詳細には、本実施例の信号判定装置は、複数のビタビ復号回路510、512、...51Nと、判定回路520と、選択回路530とを含む。ビタビ復号回路510、512、...51Nはビタビアルゴリズムに基づいてトレリス追跡し

て、それぞれ所定のレートの復号ビットを出力し、かつ、その際に最終段のバスメトリックを読み出して判定回路520に出力する復号回路である。より詳細には、本実施例のビタビ復号回路510、512、...51Nは、たとえば図11に示すように、加算比較選択回路540と、メトリックメモリ550と、バスメモリ560と、メモリ制御回路570とを含む。加算比較選択回路は、上記第1の実施例と同様に受信シンボルを受けてブランチメトリックを求めて、これを順次加算し、その結果のバスメトリックを比較し、バスメトリックが最小となるパスを順次選択するACS回路であり、選択したパスのバスメトリックをメトリックメモリ550に順次供給し、選択したパスを順次バスメモリ560に供給するビタビアルゴリズムが適用された処理回路である。

【0113】したがって、メトリックメモリ550に蓄積されるバスメトリックには、上記第2の実施例にて説明した式(2)に示すように通信路雑音が含まれる。言い換えると、バスメトリックは、それぞれのブランチでの受信シンボルと推定値との誤差を順次蓄積した結果の値であり、通信路雑音がまったくなく、符号レートが適合したビタビ復号回路であれば、バスメトリックの最終的な値は0となるはずである。また、通信路雑音を考慮してもそれぞれのビタビ復号回路510、512、...51Nでは同じ受信信号を受けているので、その符号レートが適合していれば、最終的なバスメトリックは符号レートが適合していない場合より小となるはずである。これにより、たとえば、図12に示すようにトレリス追跡の最終段Aにて、メトリックメモリ550に蓄積されたバスメトリックは、トレリス追跡にて生き残ったパスの通信路状態を示す指標として用いることができる。したがって、本実施例によるメトリックメモリ550は、トレリス追跡の結果の通信路状態を表わす指標を蓄積する指標蓄積回路となる。

【0114】バスメモリ560は、加算比較選択回路540にて選択されたパスを順次更新して蓄積する蓄積回路であり、本実施例ではその生き残りパスの最終段のブランチの位置を示す。メモリ制御回路570は、バスメモリ560に蓄積された生き残りパスを読み出してトレースバックし、復号ビットを端子580から出力する出力回路であり、本実施例では読み出した生き残りパスのブランチの位置からメトリックメモリ550の最終段のバスメトリックが格納されたアドレスを求めて、バスメトリックの読み出し処理を行なう制御回路である。

【0115】一方、判定回路520は、それぞれのビタビ復号回路510、512、...51Nからの最終段のバスメトリックを受け、その値に基づいて通信路状態を推定して、信号を判定する判定回路である。その判定結果は、選択回路530に供給される。選択回路530は、判定回路520からの判定結果を受けて、ビタビ復号回路510、512、...51Nの出力を選択する選択回路である。

【0116】以上のような構成において、本実施例による信号判定装置の動作を通信路状態推定方法とともに説明する。まず、入力端子からの受信シンボルは用意されたすべての符号レートのビタビ復号回路510, 512, …51Nに順次供給される。この受信シンボルを受けたビタビ復号回路510, 512, …51Nは、それぞれの符号レートにてトレリス追跡してその結果のパスと最終段のパスメトリックを出力する。この際に、それぞれの加算比較選択回路540は、受信シンボルに基づいて順次ブランチメトリックを求めて、これを前回のメトリック値に加算して、その結果のパスメトリックを求め、これを比較して、その値が小となるパスメトリックのパスを順次選択する。この際、パスメトリックはメトリックメモリ550に順次更新して蓄積され、再び、加算比較選択回路460に受信シンボルが入力すると、前回蓄積されたパスメトリックがフィードバックされる。

【0117】これにより、加算比較選択回路540にてトレリス追跡が順次繰り返されて、最終シンボルが入力されると、その最終段のパスを選択して、選択したパスのパスメトリックをメトリックメモリ550に蓄積し、最終的な生き残りパスをパスメモリ560に蓄積する。これにより、最終段のパスが決定されると、メモリ制御回路570は、パスメモリ560に蓄積された生き残りパスをトレースバックして、その復号ビットを生成する。この際に、生き残りパスの最終段のブランチの位置を検出し、そのブランチでのパスメトリックが蓄積されているメトリックメモリ550のアドレスを生成して出力する。これにより、メトリックメモリ550から最終段のパスメトリックが読み出されて、それぞれ判定回路520に供給する。

【0118】それぞれのビタビ復号回路512, 514, …51Nからの最終段のパスメトリックを受けた判定回路520は、これらから通信路状態を推定して、受信信号の誤り率を推定する。この結果、推定値以上の誤り率を含む復号結果を除去し、最も誤り率の少ない復号結果を選択して、選択回路530に切り替え信号を出力する。これにより、選択回路530は復号結果の望ましいビタビ復号回路510, 512, …51Nからの復号ビットを選択して、出力端子から出力する。

【0119】以上のように本実施例によれば、ビタビ復号で用いられるメトリック値の中の最終的に生き残ったパスの最終段のメトリック値を通信路の状態を推定するための指標とするので、誤り検出のための符号を付加しないで、推定精度を高めることができる。これにより、指標単体にて、または従来の指標と組み合わせること、通信路状態の推定を行なうことで、推定の精度を向上させ、たとえば信号判定の誤り頻度を下げることができる。

【0120】次に図13には、上記信号判定装置が適用された受信装置の実施例が示されている。本実施例では、

上記第1および第2の実施例と同様に、北米符号分割多重アクセス方式の携帯電話に適用した場合について説明する。本実施例による受信装置は、上記第1および第2の実施例と同様に、音声速度によってその符号化速度が異なる可変レートの音声符号を受けて、その信号がいずれの符号レートの信号であるかを送信側の仕様を変更することなく有効に判定して、音声信号を再生する受信機である。したがって、送信機の構成は上記第1および第2の実施例と同様に図5に示す通りであり、その説明は省略する。なお、図4および図9に示す実施例と同様の部分には、同一符号を付してその説明は省略する。

【0121】本実施例による受信機が図4および図9に示す実施例と異なる点は、それぞれの符号レート毎に設けられた4個のビタビ復号回路510, 512, 514, 516から復号ビットとともに、その最終段のパスメトリックが出力されて、その最終段のパスメトリックに基づいて通信路状態を推定して、これに合った符号化レートを判定して選択回路530を切り替える構成である。

【0122】具体的には、デインタリーブ回路290からの19.2kspsの受信信号は、第1のビタビ復号器510に直接供給されて、同じ信号が第1のレート復号回路300を介して9.6kspsの速度に変換されて第2のビタビ復号器512に供給されて、また、第2のレート復元回路310を介して第3のソフト出力ビタビ復号器514に4.8kspsの速度に変換された信号が供給されて、同様に、レート復元回路320を介して第4のビタビ復号器516に2.4kspsの速度として受信信号が供給される。第1ないし第4のビタビ復号器510～516は、それぞれ1/2レートの復号器であり、それぞれの符号化レートに応じたタイミングにてトレリス追跡を行なう復号回路である。

【0123】第1のビタビ復号器510は、19.2kspsのシンボルを受けると、上述したようにビタビアルゴリズムに従ってトレリス追跡して、その最も確からしいパスを順次選択して、9.2kbpsの復号ビットを出力する。その際に、トレリス追跡の最終段のパスメトリックをメトリックメモリ550から読み出して、判定回路520に供給する。同様に、第2のビタビ復号器512は、9.6kspsのシンボルを受けて、4.4kbpsの復号ビットを出力して、その際の最終段のパスメトリックを判定回路520に供給する。また、同様に第3および第4のビタビ復号器514, 516は、それぞれ4.8kspsまたは2.4kspsのシンボルを受けて、2.0kbpsまたは0.8kspsの復号ビットを出力し、その際の最終段のパスメトリックをそれぞれ判定回路520に供給する。

【0124】これにより、判定回路520は、それぞれのビタビ復号回路510～516からの最終段のパスメトリックをそれぞれ受けて、通信路状態を推定して、その状態に応じた復号結果を選択する。この結果、選択回路530が切り替えられて、選択されたビタビ復号回路510, 512, 514, 516からの復号結果が図示しない音声復号器に供給

される。

【0125】なお、上記各実施例と同様に第1および第2のビタビ復号器510, 512の復号ビットは、CRCチェック回路340, 350による誤り訂正が施された後に、これらが選択された場合にはCRC除去回路360, 370により復号ビットからCRCビットが除去されて選択回路530を介して出力される。その際に、判定回路520にはCRCチェック回路340, 350からのCRCチェックの際の誤り率が供給される。判定回路520は、その誤り率と最終段のバスメトリックに基づいて復号ビットを選択する。しかし、本実施例では、ソフト出力ビタビ復号器510, 512のビタビアルゴリズムにて復号ビットの誤り訂正が行なわれているので、必ずしもCRCによる誤り訂正を必要としない。

【0126】このように本実施例の受信機によれば、ビタビ復号で用いられるメトリック値の中の最終的に生き残ったパスの最終段のバスメトリック値を通信路の状態を推定するための指標とするので、より精度の高い信号判定を行なって有効な復号ビットを得ることができる。また、トレリス追跡での最終段のバスメトリックを指標とすることにより、他の誤り検出符号などを付加する必要がないので、通信路の圧迫や、送信機側の仕様の変更などを必要としないというそれぞれの利点を有する。

【0127】なお、本実施例では北米符号分割多重アクセス方式に適用した場合を例に挙げて説明したが、上記第1および第2の実施例と同様に、本発明による受信装置はたとえば北米時分割多重アクセス方式などのTDMA方式の携帯電話に適用してもよい。また、本実施例の信号判定装置および受信装置ではビタビ復号回路510, 512, …51Nとして図11に示すような回路を用いて構成したが、本発明においてはビタビアルゴリズムを適用した回路であれば図11に示す構成に限ることなく適用することができ、その際に最終段のバスメトリックを読み出すことができれば、もちろん有効に適用することができる。

【0128】次に図14には、本発明による通信路状態推定方法が適用された符号化通信方式における信号判定装置の第4の実施例が示されている。本実施例による信号判定装置が上記各実施例と異なる点は、複数のビタビ復号回路610, 612, …61Nの復号ビットを畳み込み符号化回路620, 622, …62Nにて再符号化して、その結果から得られたシンボル系列と受信シンボルとに基づいて通信路状態を推定して、いずれの復号結果が正当であるかを判定する点である。特に、本実施例に適用される通信路状態推定方法は、再符号化したシンボル系列を定数倍して、これと受信シンボル系列との差を二乗した総和の結果からその最小値を求めて通信路状態を推定しようとするものである。

【0129】詳細には、本実施例による信号判定装置は、図14に示すように複数のビタビ復号回路610, 612, …61Nと、複数の畳み込み符号化回路620, 622, …62Nと、指標演算回路630, 632, …63Nと、判定回路640と、選択回

路650とを含む。ビタビ復号回路610, 612, …61Nの出力は、それぞれ選択回路650に接続され、かつ対応の畳み込み符号化回路620, 622, …62Nにそれぞれ接続されている。畳み込み符号化回路620, 622, …62Nの出力は、それぞれ指標演算回路630, 632, …63Nに接続されている。これら指標演算回路630, 632, …63Nの入力には、また、ビタビ復号回路610, 612, …61Nへの入力と同じ受信シンボルが供給される。指標演算回路630, 632, …63Nの出力は、判定回路640に接続されている。

【0130】各部の詳細を説明すると、ビタビ復号回路610, 612, …61Nは、上記各実施例と同様に、加算比較選択回路と、メトリックメモリと、バスメモリを含む通常のビタビ復号回路であり、符号化レートに応じた復号レートをそれぞれ有する復号回路である。畳み込み符号化回路620, 622, …62Nは、ビタビ復号回路610, 612, …61Nに対応した符号化レートにて復号ビットを再び畳み込み符号化する回路であり、送信機側の回路と同様に符号化レートに応じた複数のシフトレジスタおよび排他的論理和などのロジック回路にて形成されている符号化回路である。

【0131】指標演算回路630, 632, …63Nは、本実施例特有の回路であり、畳み込み符号化回路620, 622, …61Nからの再符号化した推定シンボル系列と、ビタビ復号回路610, 612, …61Nに入力する受信シンボルとを受けて、これらから通信路状態を推定するための指標をそれぞれ演算する演算回路である。たとえば、受信シンボル系列を X_i 、推定シンボル系列を Y_i とすると、予測雑音エネルギー E_{NE} は、次式(6)にて表わされる。

$$E_{NE} = \sum (X_i - a Y_i)^2 \quad \dots (6)$$

ここで、 a は推定シンボル Y_i に与える適当なゲインである。

【0132】上式(6)から予測雑音エネルギー E_{NE} の最小値を a について求めると、その予測最小雑音エネルギー LNE は、次式(7)にて表わされる。

$$LNE = \min_a (E_{NE}) \quad \dots (7)$$

したがって、 $d(E_{NE})/da = 0$ を a について解くことにより、次式(8)が得られる。

$$LNE = E_{r1} - E_{r1}^2 / E_{r1} \quad \dots (8)$$

ここで、 $E_{r1} = \sum X_i^2$ 、 $E_{r1} = \sum X_i \cdot Y_i$ 、 $E_{r1} = \sum Y_i^2$ である。

【0133】この結果、予測最小雑音エネルギーは、その値が小さいほど通信路状態が良好であるといえる。たとえば、通信路に雑音がまったくなく、受信シンボルと予測シンボルにゲインのみしか違わなかったとすると、予測雑音エネルギー LNE は「0」となる。したがって、本実施例では、上式(8)を用いた予測雑音エネルギー LNE を指標として用いることにより通信路状態を推定するものである。

【0134】具体的には、本実施例による指標演算回路630, 632, …63Nは、図15に示すように、受信シンボル系列 X_i が入力する第1の入力端子700と、再符号化した推

定シンボル系列 Y_i が入力する第2の入力端子710 と、複数の乗算器720 ~728 と、複数の累算器730 ~734 と、除算器736 と、減算器738 と、その結果を指標として出力する出力端子750 とを含む。

【0135】第1の乗算器720 は、第1の入力端子710 からの受信シンボル X_i を順次二乗して出力する演算回路である。同様に、第2の乗算器722 は、第2の入力端子712からの推定シンボル Y_i を順次二乗して出力する回路である。第3の乗算器724 は第1および第2の入力端子710, 712 からのシンボル X_i, Y_i の積をとって出力する回路である。第1の累算器730 は、第1の乗算器720 の演算結果を累算して上式(8) の $E_{1r} = \sum X_i^2$ を得る演算回路である。同様に、第2の累算器732 は、第2の乗算器722 からの演算結果を累算して $E_{2r} = \sum Y_i^2$ を得る回路である。第3の累算器734 は、第3の乗算器724 からの乗算結果を累算して $E_{3r} = \sum X_i \cdot Y_i$ を求める回路である。第4の乗算器726 は、第3の累算器734 の結果をさらに二乗して上式(8) の E_{4r}^2 を得る演算回路である。除算器736 は、第3の乗算器734 の結果を第2の累算器732 の結果にて除算して E_{3r}^2 / E_{2r} を求める回路である。減算器738 は第1の累算器730 の累算結果から除算器736 の結果を減算して、指標を出力750から出力する演算回路である。

【0136】図14に戻って、判定回路640 は、指標演算回路630, 632, ..., 63Nにて求めた予測最小雑音エネルギー LNE に基づいて通信路状態を予測して、いずれの推定シンボルが正当であるかを判定して、つまり、いずれの復号結果からの再符号化シンボルが正確であるかを判定して、選択回路650 に切り替え信号を供給する信号判定回路である。選択回路650 は、判定回路640 からの判定結果を受けていずれかのビタビ復号回路610, 612, ..., 61Nからの復号ビットを選択して出力する出力回路である。

【0137】上記のような構成において、本実施例による信号判定装置の動作を通信路状態推定方法とともに説明する。まず、入力端子からの受信シンボルは用意されたすべての符号レートのビタビ復号回路610, 612, ..., 61N および指標演算回路630, 632, ..., 63Nに順次供給される。次に、受信シンボルを受けたビタビ復号回路610, 612, ..., 61Nは、それぞれの符号レートにてトレリス追跡して、最も確からしいパスを検出して、そのパスをトレースバックした復号ビットをそれぞれ畳み込み符号化回路620, 622, ..., 62Nに出力する。

【0138】次に、それぞれの復号ビットを受けた畳み込み符号化回路620, 622, ..., 62Nは、それぞれの符号化レートで復号ビットを畳み込み符号化して、再符号化した推定シンボルを生成し、それぞれの指標演算回路630, 632, ..., 63Nに順次出力する。これにより、指標演算回路630, 632, ..., 63Nは、入力端子からの受信シンボル X_i と畳み込み符号化回路620, 622, ..., 62Nからの推定シンボル Y_i とを受けて、これらから通信路状態を推定するための指標

をそれぞれ求める。

【0139】この際に、それぞれの指標は、指標演算回路630, 632, ..., 63Nに入力する第1の入力端子710 からの受信シンボル X_i をそれぞれ二乗した結果の総和 $\sum X_i^2 = E_{1r}$ を乗算器720 および累算器730 にて求め、同様に入力端子712 からの推定シンボル Y_i をそれぞれ二乗した結果の総和 $\sum Y_i^2 = E_{2r}$ を乗算器722 および累算器730 にて求め、また、乗算器724, 726 および累算器734 にて受信シンボル X_i と推定シンボル Y_i との積の総和を二乗した結果 $(\sum X_i \cdot Y_i)^2 = E_{4r}^2$ を求める。次に、除算器736にて乗算器726 の出力 E_{4r}^2 を累算器732 の出力 E_{2r} にて除算して、その結果 E_{4r}^2 / E_{2r} が減算器738 にて累算器730 の結果 E_{1r} から減算されて出力端子740 から出力される。この出力は、それぞれの推定雑音の最小エネルギー $LNE = E_{1r} - E_{4r}^2 / E_{2r}$ を表わし、これが判定回路640 への指標として供給される。

【0140】次にそれぞれの指標演算回路630, 632, ..., 63Nからの指標を受けた判定回路640は、これらから通信路状態を推定して、受信信号の誤り率を推定する。この結果、推定値以上の誤り率を含む復号結果を除去し、最も誤り率の少ない復号結果を選択して、選択回路650 に切り替え信号を出力する。これにより、選択回路640は復号結果の望ましいビタビ復号回路610, 612, ..., 61Nからの復号ビットを選択して、出力端子から出力する。

【0141】このように本実施例によれば、予測雑音エネルギーを最小化した新しい指標を用いることで、誤り検出符号を新たに付加することなく、または、これと組み合わせることで、推定精度を向上させ、たとえば信号判定の誤り頻度を下げることができる。

【0142】次に、図16には上記信号判定装置が適用された受信装置の実施例が示されている。本実施例でも上記各実施例と同様に、北米符号分割多重アクセス方式の携帯電話に適用した場合の受信装置を例に挙げて説明する。これに対応する送信機は上記各実施例と同様に図5に示す通りであり、その説明は省略する。また、各実施例の図と同様の部分には、同一符号を付してその説明は省略する。

【0143】本実施例による受信機が上記各実施例と異なる点は、4個のビタビ復号器610, 612, 614, 616 の出力をそれぞれ畳み込み符号器620, 622, 624, 626 にて再符号化して、それぞれの結果とビタビ復号器610, 612, 614, 616 へのそれぞれの入力シンボルとから新しい指標を演算して、その指標に基づいて通信路状態を推定して、信号を判定する点にある。

【0144】詳細には、デインタリーブ回路290 からの19.2kspsの受信シンボルは、第1のビタビ復号回路610 に直接供給されるとともに第1の指標演算回路630 に供給される。同じ受信シンボルが第1のレート復号回路300 を介して9.6ksps の速度に変換されて第2のビタビ復号器612 および第2の指標演算回路632 に供給され、ま

た、第2のレート復元回路310を介して第3のビタビ復号器614および第3の指標演算回路634に4.8kspsの速度に変換された受信シンボルが供給されて、同様に、レート復元回路320を介して第4のビタビ復号器616および第4の指標演算回路6636に2.4kspsの速度として受信シンボルが供給される。

【0145】第1ないし第4のビタビ復号器610～616は、それぞれ1/2レートの復号器であり、それぞれの符号化レートに応じたタイミングにて受信シンボルを復号する復号回路であり、第1のビタビ復号器610は19.2kspsの受信シンボルを9.2kbpsの復号ビットに復号して出力し、第2のビタビ復号器612は、9.6kspsのシンボルを4.4kbpsの復号ビットとして出力し、同様に第3および第4のビタビ復号器614, 616は、それぞれ4.8kspsまたは2.4kspsのシンボルを2.0kbpsまたは0.8kspsの復号ビットとして出力する。これらの復号ビットには、それぞれテールビット付加回路710～716にて畳み込み符号化の際のテールビットが付加されて、それぞれ9.6, 4.8, 2.4, 1.2kbpsの信号としてそれぞれの畳み込み符号化器620～626に供給される。

【0146】畳み込み符号器620～626は、それぞれ符号化率1/2の符号器であり、第1の畳み込み符号器620は、送信機側と同様に、9.6kbpsの信号を19.2kspsの推定シンボルに再符号化して、第2の畳み込み符号器622は4.8kbpsの信号を9.6kspsのシンボルに再符号化して、同様に、第3および第4の畳み込み符号器624, 626は、それぞれ2.4bpsまたは1.2kbpsの信号を4.8kspsまたは2.4kspsの推定シンボルに再符号化する。それぞれの推定シンボルは指標演算回路630～636に供給される。

【0147】指標演算回路630～636は、上述したように受信シンボルと再符号化した推定シンボルとのそれぞれの差を二乗した総和から求められる推定雑音最小エネルギーLNEを指標として求める回路であり、第1の指標演算回路630は19.2kspsの推定シンボルと受信シンボルとから、その推定雑音最小エネルギーを求める。同様に第2の指標演算回路632は9.6kspsの推定シンボルと受信シンボルとから、その推定雑音最小エネルギーを求めて、第3および第4の指標演算回路634, 636は、4.8kspsまたは2.4kspsの推定シンボルおよび受信シンボルとからそれぞれ推定雑音最小エネルギーを求める。それぞれの推定雑音最小エネルギーは、判定回路640に供給される。

【0148】これにより、判定回路640は、それぞれの指標演算回路630～636からの推定雑音最小エネルギーを指標として通信路状態を推定し、その状態に応じた復号結果を選択する。この結果、選択回路650が切り替わられて、選択されたビタビ復号回路610, 612, 614, 616からの復号結果が図示しない音声復号器に供給される。

【0149】なお、上記各実施例と同様に第1および第2のビタビ復号器610, 612の復号ビットは、CRC チェッ

ク回路340, 350による誤り訂正が施された後に、これらが選択された場合にはCRC除去回路360, 370により復号ビットからCRCビットが除去されて選択回路650を介して出力される。その際に、判定回路640にはCRCチェック回路340, 350からのCRCチェックの際の誤り率が供給される。判定回路520は、その誤り率と最終段のバスマトリックに基づいて復号ビットを選択する。

【0150】このように本実施例の受信機によれば、受信シンボルと再符号化した推定シンボルとの差の二乗した総和から求められる推定雑音最小エネルギーを新たな指標として、通信路の状態を推定するので、より精度の高い信号判定を行なって有効な復号ビットを得ることができる。また、新たな指標には他の誤り検出符号などを付加する必要がないので、通信路の圧迫や、送信機側の仕様の変更などを必要としないというそれぞれの利点を有する。

【0151】なお、本実施例では北米符号分割多重アクセス方式に適用した場合を例に挙げて説明したが、上記第各実施例と同様に、本発明による受信装置はたとえば北米時分割多重アクセス方式などのTDMA方式の携帯電話に適用してもよい。また、本実施例では、複数の符号レートを判定する信号判定装置および受信装置に本発明による通信路状態推定方法を適用したが、たとえば、図17に示すように単一の符号レートで送受信する際にも通信路状態を推定する場合に適用してもよい。この場合、送信機側の畳み込み符号器800にて畳み込み符号化された信号は、任意の通信路900を介して送信され、受信機側では、ビタビ復号器810にて畳み込み符号された信号を復号し、その復号ビットを送信機側と同一の符号レートの畳み込み符号器820にて再符号化し、その推定シンボルと受信シンボルとから指標演算回路830にて上記と同様の推定雑音最小エネルギーを求めて、通信路の状態を推定する。これにより、受信した信号の信頼性の確認および電力制御の指標などとして適用することができる。

【0152】

【発明の効果】以上のように本発明による符号化通信方式における信号判定装置および受信装置装置ならびに信号判定方法および通信路状態推定方法によれば、通信路状態を推定するための誤り検出符号を必ずしも付加する必要がないため、通信路に関するオーバーヘッドをなくすることができる。また、既に勧告されている通信方式に関しても、その中で用いられている誤り訂正符号を利用した信号判定結果を合わせて用いることで、送信側の仕様を変更することなく、より正確な信号判定が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による符号化通信方式における信号判定装置の第1の実施例を示す機能機能ブロック図である。

【図2】図1の実施例による信号判定装置に適用されるビタビアルゴリズムの例を説明するためのトレリス線図

である。

【図 3】図 1 の実施例に適用される M 打ち切りアルゴリズムを説明するためのトレリス線図である。

【図 4】図 1 の実施例による信号判定装置が適用された受信装置の一実施例を示す機能ブロック図である。

【図 5】図 4 の実施例に適用される送信機側の構成を示す機能ブロック図である。

【図 6】本発明による符号化通信方式における信号判定装置の第 2 の実施例を示す機能ブロック図である。

【図 7】図 6 の実施例に適用されるソフト出力ビタビ復号回路を示す機能ブロック図である。

【図 8】図 6 の実施例による信号判定方法を説明するためのトレリス線図である。

【図 9】図 6 の実施例による信号判定装置が適用された受信装置の実施例を示す機能ブロック図である。

【図 10】本発明による符号化通信方式における信号判定装置の第 3 の実施例を示す機能ブロック図である。

【図 11】図 10 の実施例による信号判定装置に適用されるビタビ復号回路の例を示す機能ブロック図である。

【図 12】図 10 の実施例にて適用されたトレリス追跡による最終段までのパスを示すトレリス線図である。

【図 13】図 10 の実施例による信号判定装置が適用された受信装置の実施例を示す機能ブロック図である。

【図 14】本発明による符号化通信方式における信号判定装置の第 4 の実施例を示す機能ブロック図である。

【図 15】図 14 の実施例による信号判定装置に適用される指標演算回路の一例を示す機能ブロック図である。

【図 16】図 14 の実施例が適用された受信装置の実施例

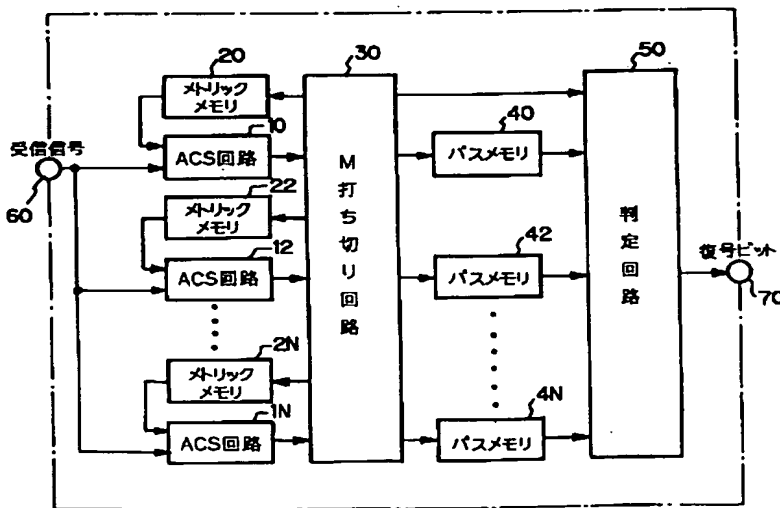
を示す機能ブロック図である。

【図 17】本発明による通信路状態推定方法が適用される受信機を含む通信システムの他の例を示す機能ブロック図である。

【符号の説明】

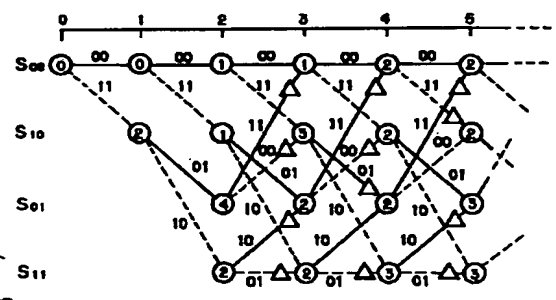
10, 12, \dots 1N 加算比較選択回路
20, 22, \dots 2N メトリックメモリ
30 M 打ち切り回路
40, 42, \dots 4N バスメモリ
50 判定回路
100 音声符号器
130 畳み込み符号器
330 信号判定回路
380 選択回路
390 制御回路
410, 412, \dots 41N ソフト出力ビタビ復号回路
420 判定回路
430 選択回路
460 加算比較選択回路
470 メトリックメモリ
480 バスメモリ
490 バス更新回路
510, 512, 51N ビタビ復号回路
520 判定回路
530 選択回路
570 メモリ制御回路
630, 632, \dots 63N 指標演算回路

【図 1】



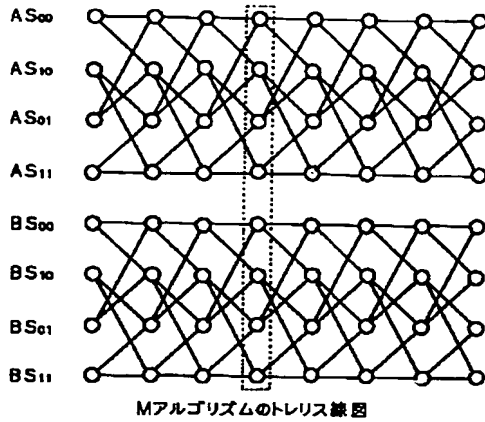
信号判定装置の第 1 の実施例

【図 2】

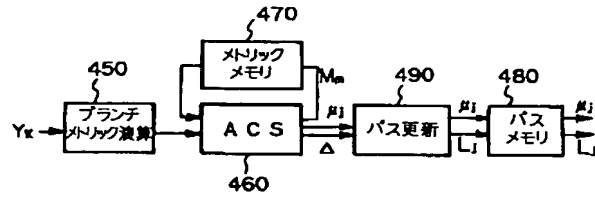


ビタビアルゴリズムのトレリス線図

【図 3】

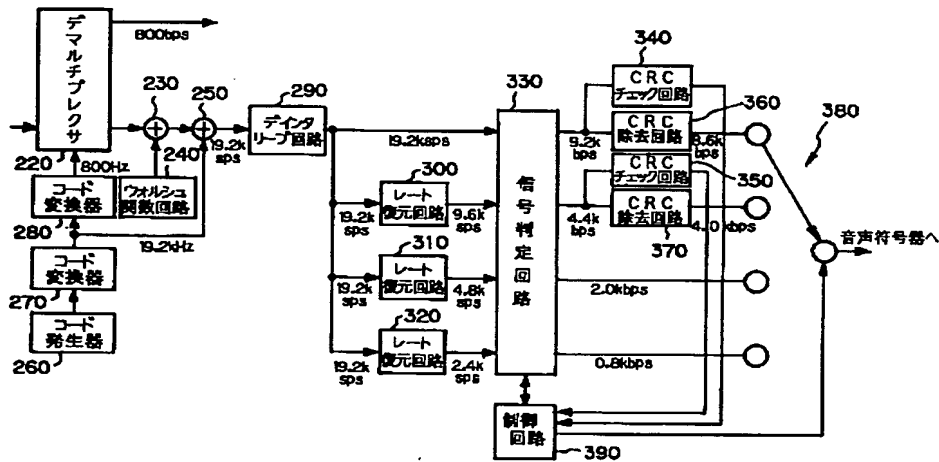


【図 7】



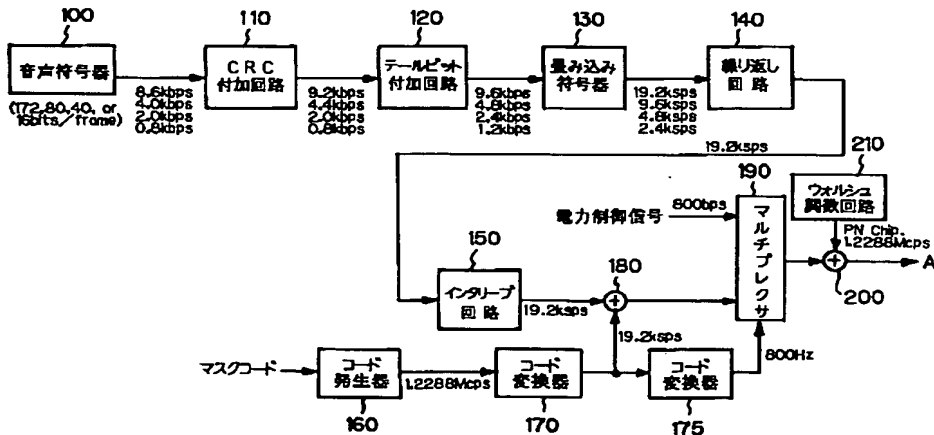
ソフト出力ビタビ復号回路の構成例

【図 4】



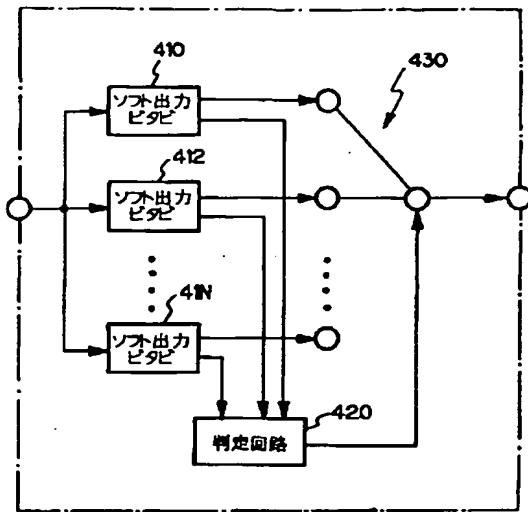
受信装置の第 1 の実施例

【図 5】



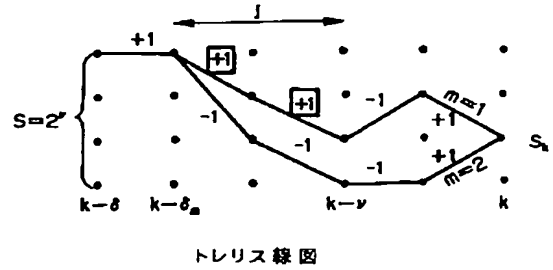
北米符号分割多重アクセス方式の送信機の例

【図 6】

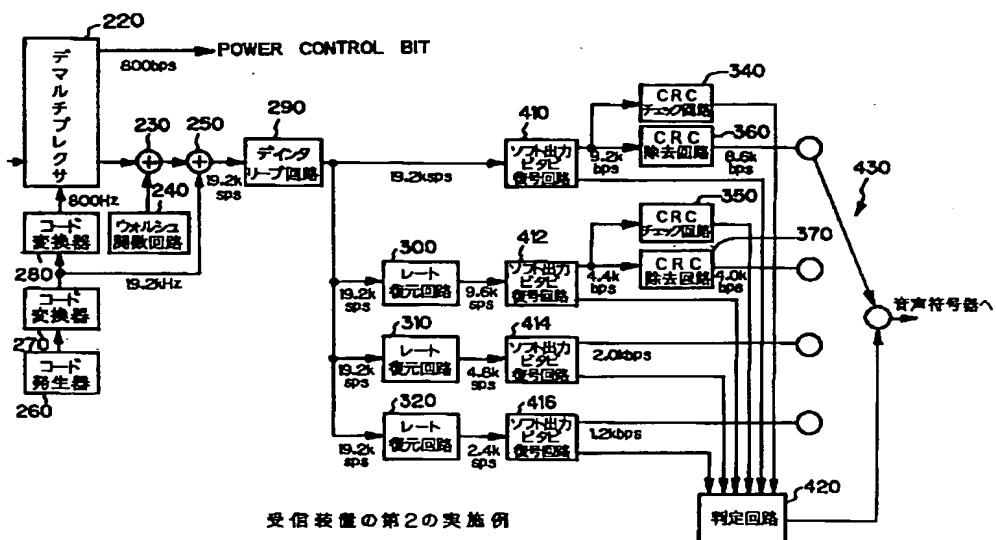


信号判定装置の第2の実施例

【図 8】

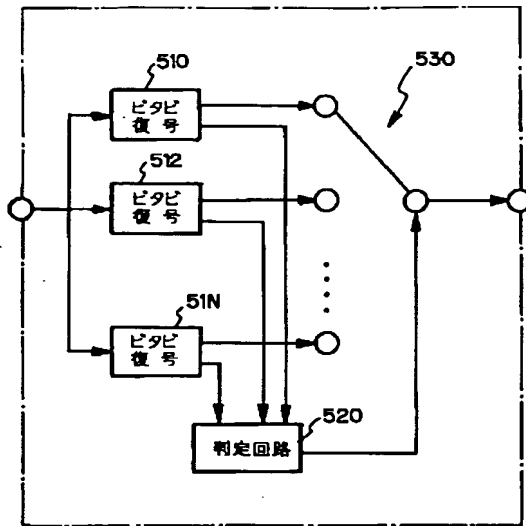


【図 9】



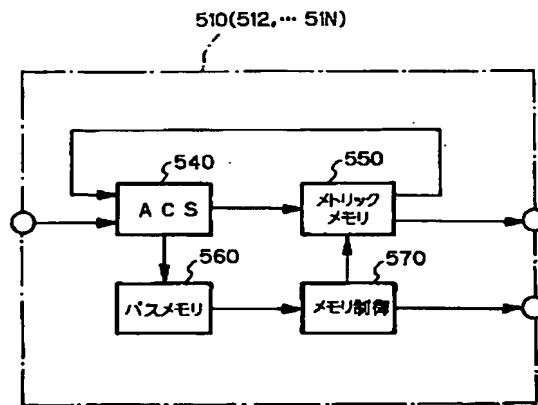
受信装置の第2の実施例

【図 10】



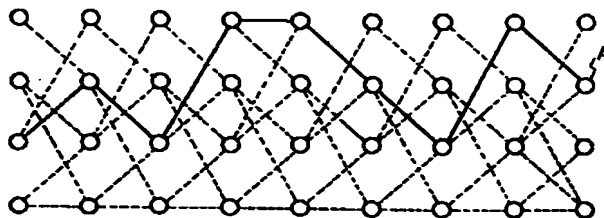
信号判定装置の第3の実施例

【図 11】



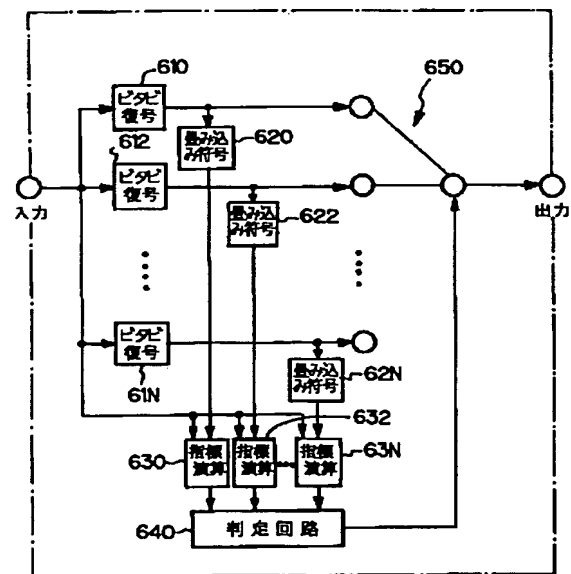
ビット復号回路の構成例

【図 12】



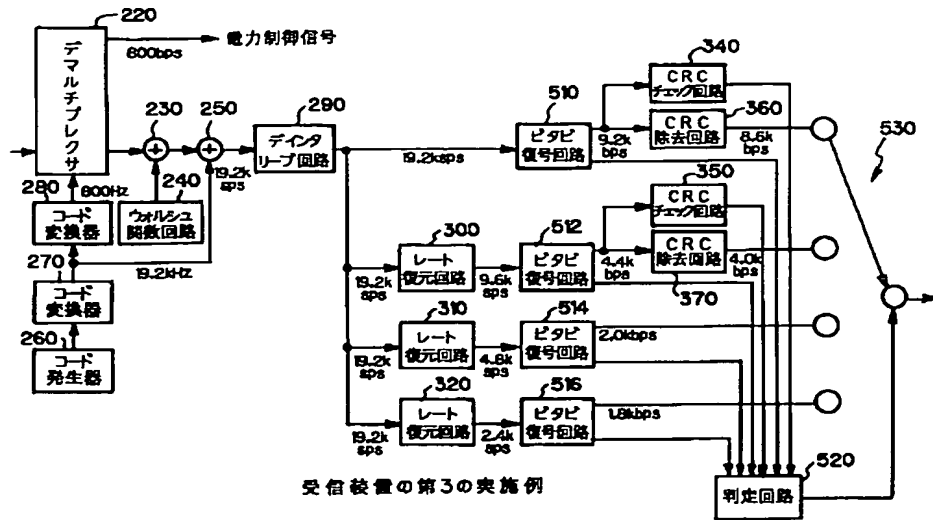
生き残りパスを示すトレリス線図

【図 14】

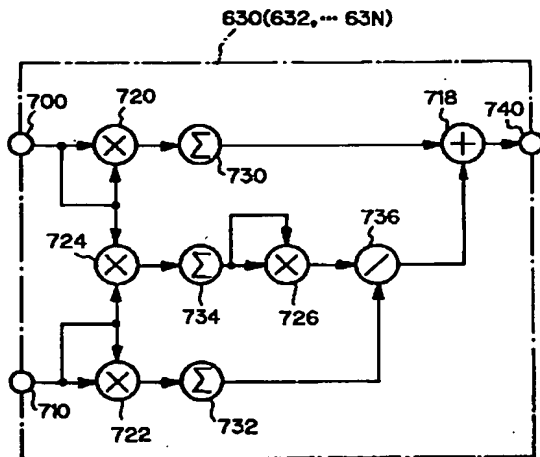


信号判定装置の第4の実施例

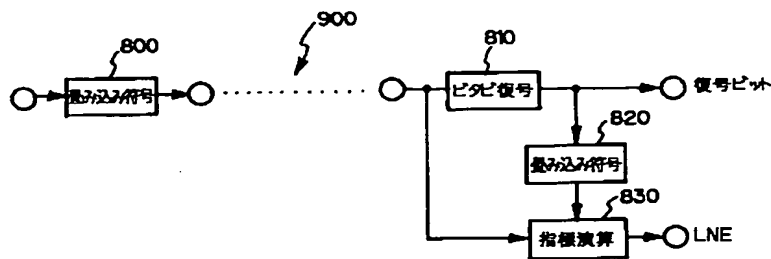
【図 13】



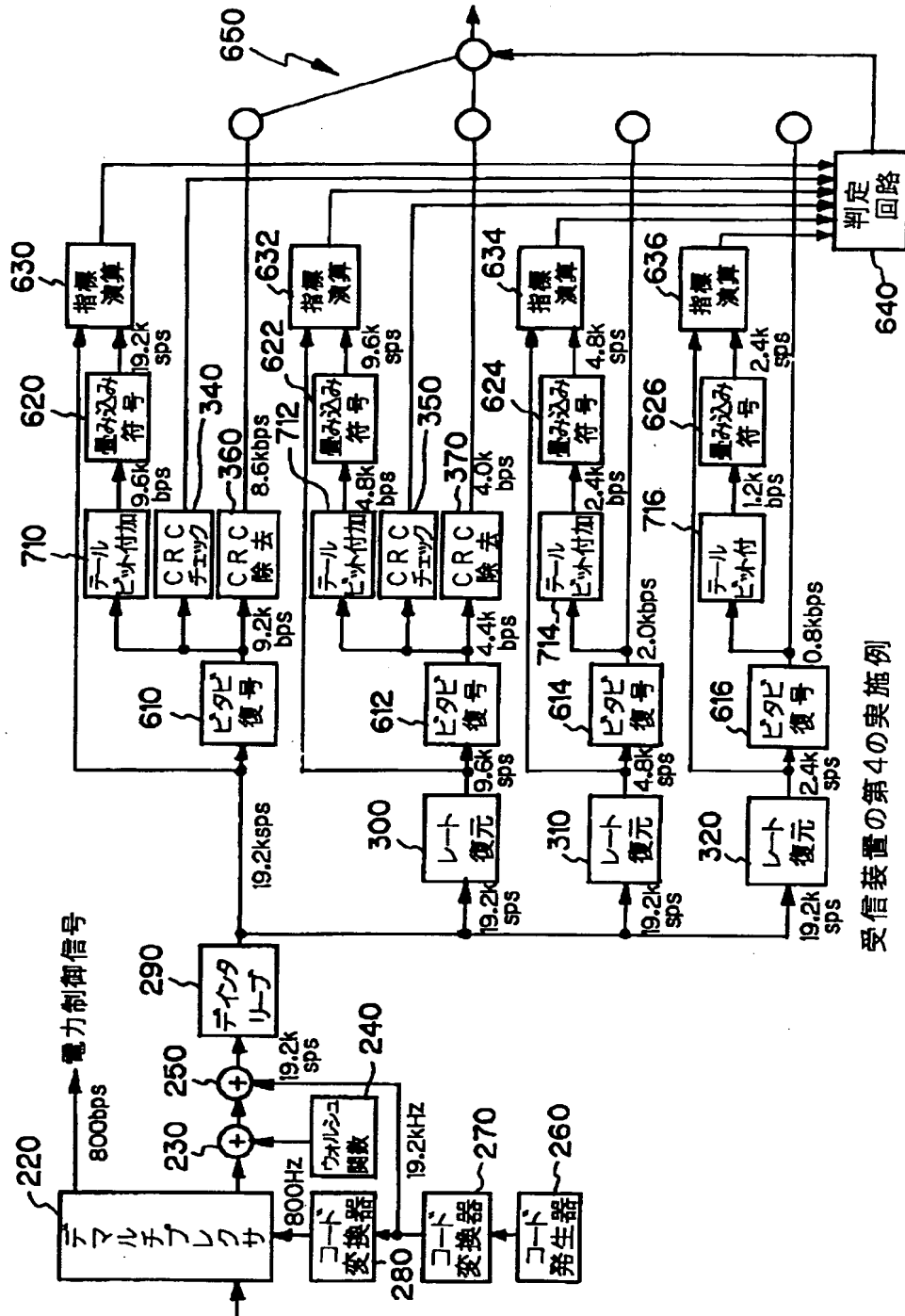
【図 15】



【図 17】



【図 16】



受信装置の第4の実施例